

Andrzej SAMBORSKI, Józef KOŁODZIEJ

Polowe zużycie wody przez żyto ozime, pszenicę ozimą i jęczmień jary
w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie (1966-1985)

Field Use of Water by Winter Rye, Winter Wheat and Spring Barley at the Agrometeorological Observatory
at Felin (1966-1985)

METODYKA BADAŃ

Oprócz ciepła i światła, woda jest podstawowym elementem meteorologicznym niezbędnym do życia i plonowania roślin (3). Prowadzenie dokładnych badań potrzeb wodnych roślin uprawnych jest bardzo trudne z powodu niemożności przeprowadzenia pomiaru odpływu z pola nie zajmującego całej zlewni i nie pokrytego tą samą roślinnością. Ponadto rozkład i wysokość opadów w poszczególnych latach, stosowanie różnych płodozmianów, następnie działanie poprzedniej uprawy, różnice w wysokości nawożenia i w pielęgnacji uniemożliwiają właściwe porównanie wyników, stąd też na przełomie lat 40. i 50. zrodziła się idea pól ustalonych.

Pola ustalone, w wersji zaproponowanej przez prof. dr S. Baca seniora, zostały założone przez PIHM celem zbadania wpływu środowiska na rozwój i plonowanie zasadniczych roślin uprawnych w Polsce. Stanowiły one i nadal stanowią sieć pewnego rodzaju laboratoriów polowych, a prowadzone na nich badania opierają się na niezmienności wszystkich warunków w okresie przyjętym do doświadczenia, z wyjątkiem warunków pogodowych. Materiał pomiarowy i obserwacyjny z poszczególnych pól służy do ustalenia wpływu warunków środowiska na rośliny w rejonie danego pola, na terenie którego znajduje się stacja agrometeorologiczna.

W obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie na polach ustalonych w okresach wegetacyjnych lat 1966-1985 uprawiano rośliny w następującym zmianowaniu: ziemniaki, jęczmień jary z wsiewką koniczyny czerwonej, koniczyna czerwona, pszenica ozima, groch lub bobik, żyto ozime. W sześciopoliowym płodozmianie udział zbóż wynosił 50 %, roślin motylkowych 33% i okopowych 17 %. Według Jabłońskiego (2) jest to płodozmian nie mający zdecydowanego charakteru określonego przewagą któregoś z elementów zmianowania, dlatego zalicza się go do płodozmiannu mieszanego.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie polowego zużycia wody roślin zbożowych. Uwagi metodyczne dotyczące prowadzonych doświadczeń podano we wcześniejszej publikacji (5).

Wyniki pomiarów otrzymane z obserwacji meteorologicznych i zapasu wody w milimetrach posłużyły między innymi do obliczenia polowego zużycia wody w kolejnych międzyfazach według wzoru (6):

$$S = P - (W_k - W_p),$$

gdzie:

S – polowe zużycie wody w mm,

P – suma opadów atmosferycznych w okresie bilansowania,

W_p – początkowy zapas wody w glebie w okresie bilansowania,

W_k – końcowy zapas wody w glebie w okresie bilansowania.

Niezmiernie ważnym elementem składowym polowego zużycia wody (co wynika z wzoru na polowe zużycie wody) jest suma opadów atmosferycznych docierających do gruntu i ocena ich wielkości.

W latach 1976-1979 w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie dokonano próby oceny ilości wody docierającej do gleby pod niektórymi z badanych roślin i obliczono wielkość intercepcji oraz wielkość spływu wody po roślinach (4).

Dla wyznaczenia zależności między wilgotnością gleby, a elementami meteorologicznymi, dla każdej z biorących udział w doświadczeniu rośliny uprawnej, obliczono wartości higrometrycznego i termicznego współczynników polowego zużycia wody według wzorów:

$$\alpha = \frac{S}{S_t}, \quad \beta = \frac{S}{S_d},$$

gdzie:

α - termiczny współczynnik polowego zużycia wody,

β - higrometryczny współczynnik polowego zużycia wody,

S - polowe zużycie wody w okresie bilansowania,

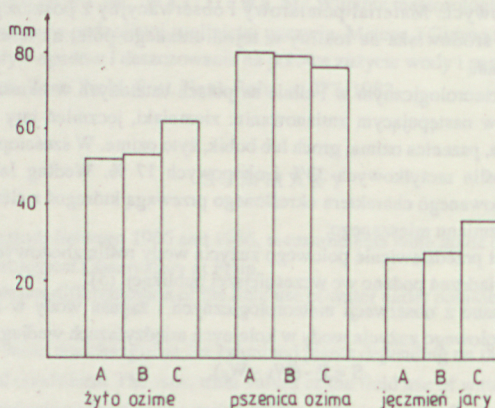
S_t - suma średnich dobowych temperatur powietrza w okresie bilansowania,

S_d - suma średnich dobowych niedosytów wilgotności powietrza w okresie bilansowania.

WYNIKI BADAŃ

Wartości polowego zużycia wody w badanym 20-leciu były zróżnicowane w zależności od gatunku rośliny, ich faz rozwojowych oraz warstw gleby, w których określano polowe zużycie wody.

U zbóż w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji (lub krzewienia w przypadku jęczmienia jarego) do strzelania w źdźbło, w każdej z badanych warstw (0-25 cm, 25-60 cm i 60-110 cm), największe wartości polowego zużycia wody, wykazywała pszenica ozima (80,3, 79,2 i 76,3 mm), mniejsze - żyto ozime (51,9, 52,8 i 61,9 mm) i najmniejsze - jęczmień jary (26,2, 27,4 i 35,8 mm) (ryc. 1). Na takie zróżnicowanie polowego zużycia wody miało zapewne wpływ

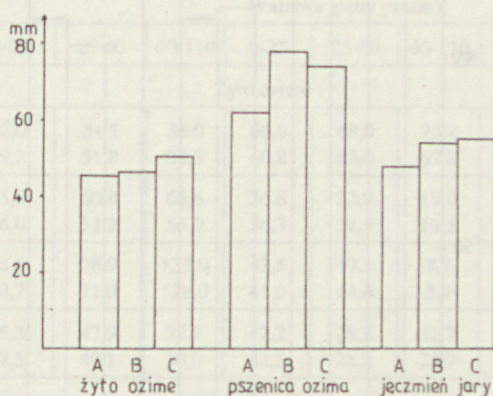


Ryc. 1. Polowe zużycie wody (w mm) w warstwach gleby: od 0 do 25 cm (A), od 25 do 60 cm (B) i od 60 do 110 cm (C) przez żyto ozime, pszenicę ozimą i jęczmień jary w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło

The field use of water (in mm) in the soil layers: from 0 to 25 cm (A), from 25 to 60 cm (B) and from 60 to 110 cm (C) by winter rye, winter wheat and spring barley in the period from the beginning of spring vegetation till shooting

większe, w stosunku do pozostałych roślin, zapotrzebowanie pszenicy na wodę wynikające z konieczności zakończenia fazy krzewienia rozpoczętej przez pszenicę jeszcze w jesieni. Żyto ozime wykrzewiło się w jesieni, natomiast pod jęczmieniem jarym rozpoczęto pomiary wilgotności gleby w fazie krzewienia.

W okresie od strzelania w źdźbło do kłoszenia największe wartości polowego zużycia wody wykazywała również pszenica, mniejsze – jęczmień i najmniejsze – żyto (ryc. 2). Natomiast w fazie od kłoszenia do dojrzałości woskowej, w każdej z badanych warstw,



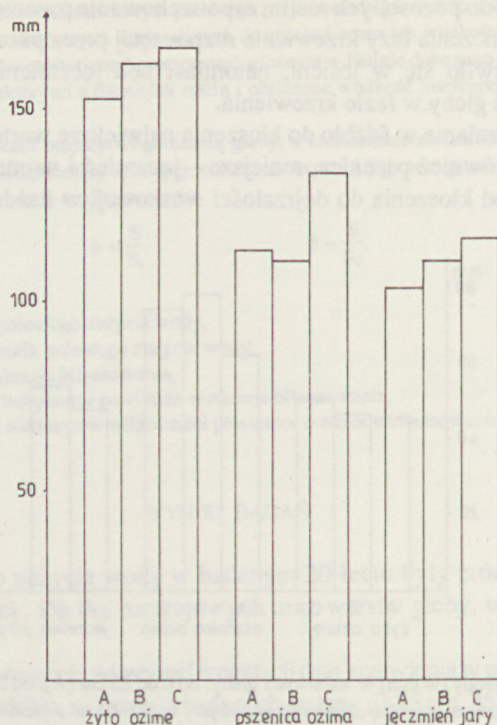
Ryc. 2. Połowe zużycie wody (w mm) w warstwach gleby: od 0 do 25 cm (A), od 25 do 60 cm (B) i od 60 do 110 cm (C) przez żyto ozime, pszenicę ozimą i jęczmień jary w okresie od strzelania w źdźbło do kłoszenia
The field use of water (in mm) in the soil layers: from 0 to 25 cm (A): from 25 to 60 cm (B) and from 60 to 110 cm (C) by winter rye, winter wheat and spring barley in the period from shooting till heading

zdecydowanie najwyższe wartości polowego zużycia wody wykazywało żyto ozime, mniejsze – pszenica i najmniejsze – jęczmień (ryc. 3).

Spośród badanych trzech okresów międzyfazowych największe wartości polowego zużycia wody notowano w międzyfazie kłoszenie – dojrzałość woskowa. Potwierdza to wnioski zawarte w pracy Dzieżyca i Trybały (1) – mianowicie, że u roślin występuje znaczne zróżnicowanie zapotrzebowania roślin na wodę w zależności od ich faz rozwojowych, przy czym największe potrzeby wodne u roślin występują w ostatnich fazach rozwoju wegetatywnego i w początkowych fazach rozwoju generatywnego.

Obliczone wartości intercepcji miały znaczny wpływ w określeniu wartości polowego zużycia wody. Otrzymane wyniki wykazały, że wartość intercepcji roślin zbożowych zmieniała się w zależności od ich fazy rozwojowej, natomiast wielkość spływu po tych roślinach wynosiła 7 % wielkości opadu mierzonego na wolnej przestrzeni.

W życie ozimym w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło wartość intercepcji wynosiła – 21 %, od strzelania w źdźbło do kłoszenia – 23 % i od kłoszenia do dojrzałości woskowej – 36 % wielkości opadu mierzonego na wolnej przestrzeni. W pszenicy ozimej wartości te były nieco wyższe i w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło wynosiły – 21 %, od strzelania w źdźbło do kłoszenia – 36 % i od kłoszenia do dojrzałości woskowej – 44 %, natomiast pod jęczmieniem jarym w okresie od krzewienia do strzelania w źdźbło wynosiły 18 %, od strzelania w źdźbło do



Ryc. 3. Polowe zużycie wody (w mm) w warstwach gleby: od 0 do 25 cm (A), od 25 do 60 cm (B) i od 60 do 110 cm (C) przez żyto ozime, pszenicę ozimą i jęczmień jary w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej
 The field use of water (in mm) in the soil layers: from 0 to 25 cm (A): from 25 to 60 cm (B) and from 60 to 110 cm (C) by winter rye, winter wheat and spring barley in the period from heading till wax maturity

kłoszenia – 32 % i od kłoszenia do dojrzałości woskowej – 38 % wielkości opadu mierzonego na wolnej przestrzeni.

Okazało się, że po uwzględnieniu intercepcji i spływu w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do dojrzałości woskowej polowe zużycie wody u żyta zmniejszyło się w poszczególnych międzyfazach od 0,0 mm – w międzyfazie strzelanie w źdźbło – kłoszenie w 1979 roku, do 49,4 mm – w międzyfazie kłoszenie – dojrzałość woskowa w 1977 roku.

W pszenicy i jęczmieniu wprowadzenie poprawki na wielkość intercepcji spowodowało również znaczne obniżenie wartości obliczonego polowego zużycia wody. U pszenicy różnice te zawierały się w przedziale od 5,3 mm w międzyfazie ruszenie wiosennej wegetacji – strzelanie w źdźbło, do 52,3 mm w międzyfazie kłoszenie – dojrzałość woskowa w 1979 roku, a u jęczmienia od 0,0 mm w fazie krzewienie – strzelanie w źdźbło w 1979 roku, do 38,9 mm w fazie kłoszenie – dojrzałość woskowa w 1977 roku (tab. 1).

Spośród roślin zbożowych największe wartości higrometrycznego współczynnika polowego zużycia wody notowano u żyta ozimego w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło (w zależności od warstwy gleby): od 0,65 do 0,70 mm/hPa, a najmniejsze w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej: od 0,44 do 0,47 mm/hPa (tab. 2).

Tab. 1. Polowe zużycie wody (w mm) przez żyto ozime, pszenicę ozimą i jęczmień jary przed (a) i po uwzględnieniu intercepcji oraz spływu wody opadowej po roślinach (b)
 The field use of water (a) by winter rye, winter wheat and spring barley before (a) and after considering interception and rainfall flow on the plants (b)

Lata	Międzyfazy								
	Rusz. wios. weget. – strzel. w źdźbło			Strzel. w źdźbło – kłoszenie			Kłoszenie – dojrzałość woskowa		
	Warstwa gleby (w cm)								
	0-25	25-60	60-110	0-25	25-60	60-110	0-25	25-60	60-110
Żyto ozime									
1976 a	32,0	34,5	36,0	66,8	69,0	73,2	94,8	123,0	140,2
1976 b	29,3	31,8	33,3	60,8	63,0	67,2	68,0	96,2	113,4
1977 a	65,6	60,8	65,6	36,8	32,9	19,0	174,9	179,8	239,2
1977 b	56,0	51,2	56,0	36,3	32,5	19,5	125,5	130,4	189,8
1978 a	58,6	78,9	135,9	43,5	49,1	7,7	105,6	118,5	176,6
1978 b	50,7	71,0	128,0	41,0	44,8	3,4	74,3	87,2	145,3
1979 a	55,3	47,9	37,7	42,2	28,2	31,7	176,9	207,2	239,8
1979 b	47,5	40,1	30,0	42,2	28,2	31,7	120,6	150,9	183,5
Pszenica ozima									
1976 a	68,9	61,6	73,0	60,1	85,2	72,8	61,7	59,7	83,3
1976 b	63,6	56,3	67,7	41,6	66,7	54,3	43,7	41,7	65,4
1977 a	80,5	84,2	90,1	68,3	86,4	37,0	108,9	111,3	192,4
1977 b	70,9	74,6	80,5	51,6	69,7	20,3	61,7	64,1	145,2
1978 a	94,7	88,8	100,0	15,6	65,2	102,8	167,1	114,2	96,1
1978 b	83,0	77,1	87,9	5,6	55,2	92,8	135,7	82,8	64,7
1979 a	94,0	92,5	107,4	61,3	77,7	61,8	120,2	138,0	216,9
1979 b	86,3	84,8	99,7	45,9	61,7	46,4	67,9	85,7	164,6
Jęczmień jary									
1976 a	19,2	16,2	2,6	41,9	48,9	53,5	60,1	92,4	115,6
1976 b	18,3	15,3	1,7	30,7	37,7	42,3	36,6	68,9	92,1
1977 a	21,8	22,5	40,0	56,8	60,5	37,2	114,7	113,0	146,1
1977 b	17,5	18,2	35,7	52,7	56,4	33,1	75,8	74,1	107,2
1978 a	54,5	54,8	72,4	22,4	21,5	29,0	81,9	85,0	111,1
1978 b	52,4	52,7	70,3	18,6	17,7	25,2	55,6	58,7	84,8
1979 a	10,1	14,4	8,1	43,0	52,1	55,3	103,1	111,5	112,5
1979 b	10,1	14,4	8,1	29,2	38,3	41,5	71,2	79,6	80,6

Podobnie najwyższe wartości termicznego współczynnika polowego zużycia wody notowano u żyta w międzyfazie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło; od 0,26 do 0,29 mm/°C, a najniższe w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej: od 0,16 do 0,17 mm/°C w zależności od warstwy gleby.

Tab. 2. Higrometryczne i termiczne współczynniki polowego zużycia wody
 Hygrometric and thermic coefficients of the field use of water

Roślina	Okres międzyfazowy	Warstwa gleby w (cm)	Współczynniki polowego zużycia wody	
			higrometryczny (mm/hPa)	termiczny (mm/°C)
Żyto ozime	ruszenie wiosennej roślinności – strzelanie w źdźbło	0-25	0,65	0,26
		25-60	0,65	0,26
		60-110	0,70	0,29
	strzelanie w źdźbło – kłoszenie	0-25	0,48	0,17
		25-60	0,50	0,19
		60-110	0,57	0,21
	kłoszenie – dojrzałość woskowa	0-25	0,44	0,16
		25-60	0,47	0,17
		60-110	0,47	0,17
Pszenica ozima	Ruszenie wiosennej roślinności – strzelanie w źdźbło	0-25	0,53	0,22
		25-60	0,52	0,22
		60-110	0,50	0,21
	strzelanie w źdźbło – kłoszenie	0-25	0,51	0,22
		25-60	0,63	0,22
		60-110	0,60	0,21
	kłoszenie – dojrzałość woskowa	0-25	0,44	0,18
		25-60	0,43	0,23
		60-110	0,54	0,22
Jęczmień jary	krzewienie – strzelanie w źdźbło	0-25	0,36	0,13
		25-60	0,39	0,14
		60-110	0,46	0,18
	strzelanie w źdźbło – kłoszenie	0-25	0,57	0,13
		25-60	0,62	0,14
		60-110	0,67	0,18
	kłoszenie – dojrzałość woskowa	0-25	0,45	0,15
		25-60	0,45	0,15
		60-110	0,49	0,17

U pszenicy ozimej i jęczmienia jarego wartości obu współczynników były bardziej zróżnicowane, przy czym, najwyższe obserwowano w okresie od strzelania w źdźbło do kłoszenia, a najniższe – u pszenicy w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej, zaś u jęczmienia w okresie od krzewienia do strzelania w źdźbło.

Ogólnie biorąc polowe zużycie wody na jednostkę niedosytu wilgotności powietrza było dwu-, a nawet trzykrotnie wyższe od zużycia wody na jednostkę temperatury. Ponadto u roślin o dłuższym okresie wegetacji – żyta ozimego i pszenicy ozimej – notowano wyższe wartości higrometrycznego i termicznego współczynników polowego zużycia wody, aniżeli u roślin o krótszym okresie wegetacji – w naszym przypadku – jęczmienia jarego. Zróżnicowanie wartości tych współczynników w poszczególnych warstwach gleby było prawdopodobnie spowodowane różnym stopniem uкорнення się tych roślin.

WNIOSKI

1. Polowe zużycie wody przez rośliny zbożowe zmieniało się w zależności od ich faz rozwojowych. I tak, w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło i od strzelania w źdźbło do kłoszenia największe polowe zużycie wody wykazywała pszenica ozima, a od kłoszenia do dojrzałości woskowej – żyto ozime.

2. Maksymalne wartości polowego zużycia wody u badanych roślin zbożowych obserwowano w okresie od kłoszenia do dojrzałości woskowej.

3. Maksymalne wartości higrometrycznego i termicznego współczynników polowego zużycia wody u żyta ozimego występowały w okresie od ruszenia wiosennej wegetacji do strzelania w źdźbło, a u pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w okresie od strzelania w źdźbło do kłoszenia.

4. Wartości polowego zużycia w znacznym stopniu zmieniały się w zależności od wartości intercepcji i spływu wody po roślinach.

5. Zróżnicowanie wartości polowego zużycia wody w poszczególnych warstwach gleby spowodowane było prawdopodobnie różnym stopniem ukorzenienia się tych roślin.

Praca wpłynęła 12 05 1992

PIŚMIENNICTWO

1. Dzieżyc J., Trybała M.: Rola wody w intensyfikacji produkcji roślinnej na glebach lekkich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 377, 1989.
2. Jabłoński B. (red.): Ogólna uprawa roli i roślin. PWRiL, Warszawa 1980.
3. Matul K.: Podstawy naukowe melioracji hydrotermicznych w Polsce. Prace i Studia Komitetu Inżynierii i Gospodarki Wodnej PAN, t. III, Warszawa 1962.
4. Orzeł W.: Intercepcja opadów atmosferycznych w łanach roślin uprawnych. Praca doktorska (maszynopis), Katedra Agrometeorologii AR w Lublinie. Lublin 1980.
5. Samborski A.: Zmiany zapasu wody w profilu glebowym w okresie wegetacji niektórych roślin uprawnych. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sec. E, vol. XLII, 1992.
6. Somorowski C., Marcilonek S., Mitosek H. Polowe zużycie wody przez niektóre rośliny uprawne w Polsce. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 82, 1968.

SUMMARY

In the vegetation periods between 1966 and 1985, measurements were made on the field use of water under various cultivable plants on the area of the Agrometeorological Observatory at Felin.

The present paper shows differentiation of the field use of water under grain crops (winter rye, winter wheat and spring barley) depending on the soil layer, developmental phases of plants and meteorological conditions.

The values of the field use of water changed in grain crops in relation to their developmental phases, and the maximum values were observed in the inter-phase since heading till wax maturity. Different reactions of plants to the use of water from particular soil layers, depending on meteorological conditions, were probably caused by different degrees of the rooting of these plants.