

WPŁYW NAWODNIEŃ DESZCZOWNIANYCH
NA TEMPERATURĘ GÓRNEJ WARSTWY GLEBY
I PRZYZIEMNEJ WARSTWY POWIETRZA
W ŁANIE ROŚLIN UPRAWNYCH

EINFLUSS VON BEREGNUNGEN AUF DIE OBERBODENSCHICHTTEMPERATUR
UND AUF DIE BODENNAHE LUFTSCHICHTTEMPERATUR
IN DEM KULTURPFLANZENFELD

ВЛИЯНИЕ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ ОРОШЕНИЙ
НА ТЕМПЕРАТУРУ ВЕРХНЕГО СЛОЯ ПОЧВЫ
И ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ ВОЗДУХА НА НИВЕ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

JOZEF DZIEŻYC, STANISŁAW ROJEK

Katedra Rolniczego Użytkowania Terenów Zmeliorowanych
Wyższej Szkoły Rolniczej we Wrocławiu

Kierownik: prof. dr Józef Dzieżyc

Obok wody, składników pokarmowych, powietrza i światła, temperatura jest podstawowym czynnikiem regulującym rozwój i plonowanie roślin. Wymienione siedliska działają kompleksowo i zmiana ilościowa jednego z nich powoduje z reguły zmianę pozostałych. Jest wiadome, że w warunkach nawodnień deszczownianych uzupełnienie niedoborów wodnych w łanie roślin uprawnych zwiększa wykorzystanie składników pokarmowych zawartych w glebie i w nawozach, co jest zjawiskiem bardzo korzystnym. Nasuwa się jednak pytanie, jak wpływa nawadnianie na stosunki cieplne w łanie roślin uprawnych, jak duże są zmiany temperatury gleby i powietrza oraz jak te zmiany mogą wpłynąć na roślinę.

W dotychczasowej literaturze fachowej jest bardzo mało badań nad wpływem nawodnień deszczownianych na temperaturę gleby i powietrza. Dlatego w 1962 r. podjęliśmy w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Samotworze własne badania nad zmianami temperatury górnej warstwy gleby i przyziemnej warstwy powietrza w łanie niektórych roślin uprawnych. Badania te zostały oparte na kilkuletnich codzien-

nych odczytach temperatury (o godz. 7, 13 i 19) w następujących roślinach nie nawadnianych i nawadnianych: 1) buraki pastewne, 2) kapusta pastewna, 3) koniczyna biało-różowa, 4) koniczyna czerwona, 5) pszenica jara, 6) owies. Deszczowanie prowadzono w ogólnie zalecanych terminach i dawkach. Wielkość pojedynczych dawek wahała się od 20 do 35 mm. Wodę do nawodnień brano bezpośrednio z rzeki Bystrzycy lub z bocznej jej łachy (woda stojąca, nieco ogrzana). Termometry były umieszczone na wysokości 5 cm nad glebą oraz na głębokości 5 cm w glebie.

Z zebranego w ciągu 4 sezonów wegetacyjnych materiału liczbowego wybraliśmy do niniejszego doniesienia dane o zmianach temperatury w okresie 1—5 dni po każdym deszczowaniu. Część tych danych, ilustrującą zależność wpływu nawodnień od poziomu wyjściowego temperatur przedstawiamy w tabelach 1 i 2, w których podano przykłady dla nawodnień w okresach gorących i w okresach chłodnych. W celu ogólnego naświetlenia wielkości i dynamiki różnic temperatury gleby i powietrza w pierwszych dniach po nawadnianiu zestawiliśmy w tabeli 3 dane średnie arytmetyczne z wszystkich obserwacji, obejmujących łącznie 12 do 17 nawodnień.

Jak widać z liczb przytoczonych w tabeli 1, temperatura gleby na głębokości 5 cm w pierwszym dniu po deszczowaniu w okresie gorącym była niższa rano o 1—3°C, w południe o 5—9°C, a wieczorem o 2—4°C. Wielkość obserwowanych różnic była zależna od dnia pomiaru i od gatunku rośliny. W dniach chłodnych odpowiednie zniżki temperatur wynosiły: rano 0—1°C, w południe 1—4°C i wieczorem 0—2°C. Największe różnice stwierdzano w łanie roślin okopowych w porze południowej. Rano i wieczorem w większości przypadków nie stwierdzano istotnych różnic między temperaturą gleby deszczowanej i nie deszczowanej.

W piątym dniu po deszczowaniu w okresach cieplejszych różnice ranne osiągały 0—2°C (w tym w łanie okopowych 1—2°C), różnice południowe wynosiły 1—5°C (w okopowych 3—5°C), a wieczorem — przeważnie 1°C. Natomiast w piątym dniu po deszczowaniu w dniach chłodnych nie obserwowano już różnic w temperaturze rannej i wieczornej, a w temperaturze południowej tylko w burakach i w owsie różnice osiągały około 1°C.

Jak widać z liczb przytoczonych w tabeli 2, temperatura powietrza w łanie na wysokości 5 cm nad powierzchnią gleby była w pierwszym dniu po deszczowaniu znacznie niższa niż na poletkach nie deszczowanych. Po deszczowaniu w dniach gorących różnice stwierdzane o godzinie 7 wynosiły 3—4°C, o godzinie 13 osiągały 6—12°C, a o godzinie 19 ponownie zmniejszały się do 3—4°C, zależnie od dnia obserwacji i od gatunku rośliny. Po nawadnianiu w dniach chłodnych odpowiednie zniżki

Tabela 1

Temperatura gleby na głębokości 5 cm
 Bodentemperatur 5 cm tief unter der Grundoberfläche
 Температура почвы на глубине 5 см

Roślina Pflanze Растение	Data pomiaru Messungstermin Дата измерения	Dni po deszczowaniu Tage nach Bewässerung. Дни после дождевания	Temperatura na poletkach nie deszczowanych Temperatur auf den unbewässerten arzellen Температура на неорошаемых участках			Zniżka temperatury na poletkach deszczow. Temperaturabnahme auf den bewässerten Parzellen Понижение температур на орошаемых участках			
			Godz.:			Godz.:			
			Uhr: 7	13	19	Uhr: 7	13	19	
			Час:				Час:		
Buraki pastewne Futterrüben	19. VII.1963	1	19	36	19	3	9	3	
	23. VII.1963	5	19	38	20	2	5	1	
Кормовая свекла	11. IX.1965	1	11	16	11	1	1	0	
	15. IX.1965	5	10	15	11	0	1	0	
Каруста pastewna Futterkohl	2. VIII.1963	1	18	26	19	2	6	3	
	6. VIII.1963	5	18	30	20	1	3	1	
Кормовая капуста	26. VI.1964	1	16	21	20	0	2	0	
	30. VI.1964	5	13	14	14	0	0	0	
Koniczyna czerwona Rotklee	19. VII.1963	1	18	35	20	3	5	4	
	23. VII.1963	5	20	36	21	1	3	1	
Красный клевер	10. IX.1965	1	13	16	14	0	1	0	
	14. IX.1965	5	11	15	13	0	0	0	
Koniczyna biało-różowa Schwedenklee	2. VIII.1963	1	18	27	22	2	6	3	
	6. VIII.1963	5	17	28	24	1	2	0	
Белорозовый клевер	26. VI.1964	1	15	20	18	0	1	1	
	30. VI.1964	5	13	14	13	0	0	0	
Pszenica jara Sommerweizen	19. VII.1963	1	19	28	19	1	6	4	
	23. VII.1963	5	18	31	19	1	1	1	
Яровая пшеница	3. VII.1963	1	15	22	17	1	4	2	
	7. VII.1963	5	18	21	18	0	0	0	
Owies Hafer	19. VII.1963	1	18	28	18	1	5	2	
	23. VII.1963	5	18	30	19	0	2	1	
Овес	26. VI.1964	1	14	18	20	0	1	0	
	30. VI.1964	5	14	16	14	0	1	0	

Tabela 2

Temperatura powietrza na wysokości 5 cm nad glebą

Lufttemperatur 5 cm über die Grundoberfläche

Температура воздуха на высоте 5 см над почвой

Roślina Pflanze Растение	Data pomiaru Messungstermin Дата измерения	Dni po deszczowaniu Tage nach Bewässerung Дни после дождя	Temperatura na poletkach nie deszczowanych Temperatur auf den unbewässerten Parzellen Температура на неорошаемых участках			Zniżka temperatury na poletkach deszczow. Temperaturabnahme auf den bewässerten Parzellen Понижение температур на орошаемых участках			
			Godz.:			Godz.:			
			Uhr: 7	18	19	Uhr: 7	18	19	
			Час:				Час:		
Buraki pastewne Futterrüben	19. VII.1963	1	22	41	25	4	12	3	
	23. VII.1963	5	22	41	23	2	5	1	
Кормовая свекла	11. IX.1965	1	10	17	10	1	1	1	
	15. IX.1965	5	10	16	10	0	0	0	
Kapusta pastewna Futterkohl	2.VIII.1963	1	20	37	21	3	7	4	
	6.VIII.1963	5	21	40	23	1	3	1	
Кормовая капуста	26. VI.1964	1	16	27	18	1	2	1	
	30. VI.1964	5	10	14	13	0	0	0	
Koniczyna czerwona Rotklee	19. VII.1963	1	22	42	25	4	8	4	
	23. VII.1963	5	23	41	23	1	4	1	
Красный клевер	10. IX.1965	1	13	20	13	1	1	0	
	14. IX.1965	5	11	19	12	0	0	0	
Koniczyna biało-różowa Schwedenklee	2.VIII.1963	1	22	36	24	3	8	4	
	6.VIII.1963	5	21	37	27	1	3	2	
Белорозовый клевер	26. VI.1964	1	16	23	17	2	2	1	
	30. VI.1964	5	10	15	14	0	0	1	
Pszenica jara Sommerweizen	19. VII.1963	1	21	38	23	3	6	4	
	23. VII.1963	5	20	40	21	0	1	1	
Яровая пшеница	3. VII.1963	1	16	24	18	1	2	1	
	7. VII.1963	5	18	25	20	0	1	0	
Owies Hafer	19. VII.1963	1	21	38	24	3	7	3	
	23. VII.1963	5	21	37	25	0	2	1	
Овес	26. VI.1964	1	17	25	20	2	4	2	
	30. VI.1964	5	12	16	15	0	1	0	

temperatur wynosiły rano 1—2°C, w południe 1—4°C, a wieczorem 0—2°C. Największe różnice stwierdzano w łanie roślin okopowych, mniejsze w roślinach motylkowych, a najmniejsze w zbożach.

W piątym dniu po deszczowaniu w porze gorącej różnice ranne temperatury wynosiły 0—2°C, różnice południowe 1—5°C, a wieczorne 1—2°C. Po deszczowaniu w porze chłodnej różnice w temperaturze rannej i wieczornej na poletkach deszczowanych i nie deszczowanych zanikały w ciągu kilku pierwszych dni całkowicie, a tylko w południe w łanie zbóż wynosiły jeszcze około 1°C. Obniżenie temperatury powietrza pod wpływem deszczowania utrzymywało się dłużej w porze gorącej niż w porze chłodnej oraz dłużej w szerokorzędowym łanie roślin okopowych, w porównaniu z wąskorzędowym łanem roślin motylkowych lub zbożowych.

Średnie różnice temperatur między poletkami nie deszczowanymi i deszczowanymi, obliczone na podstawie obserwacji po każdym nawadnianiu danej rośliny w ciągu 3 lat badań (12—17 nawodnień) są zestawione w tabeli 3. Mają one pośrednią wielkość w porównaniu z danymi dla okresów gorących i chłodnych oraz wykazują szereg podobnych zależności, a mianowicie:

- 1) różnice temperatury nad glebą są z reguły większe niż w glebie,
- 2) w pierwszym dniu po nawadnianiu największe zniżki temperatur obserwuje się w południe, a najmniejsze wieczorem,
- 3) zniżki temperatur pod wpływem nawodnień deszczownianych były największe w łanie roślin okopowych, mniejsze w łanie roślin motylkowych, a najmniejsze w łanie roślin zbożowych,
- 4) średnie maksymalne różnice temperatur powietrza odczytywane o godzinie 13 dochodziły do 6,4°C (różnice absolutnie maksymalne osiągały w glebie 9°C, a nad glebą nawet 12°C),
- 5) zniżka temperatury wywołana nawadnianiem deszczownianym utrzymuje się przeciętnie: w porze rannej i wieczornej — około 5 dni, a w porze południowej — dłużej.

Nasuwa się jeszcze pytanie, jak wpływają stwierdzone zmiany temperatury na rozwój i plonowanie roślin. Zagadnienie to wymaga specjalnych badań. Wydaje się jednak niesłuszny pogląd, że spadek temperatur pod wpływem nawodnień hamuje rozwój roślin. Jest to zbyt daleko idące uogólnienie. Może tak być tylko w określonych przedziałach temperatur, typowych dla poszczególnych roślin. Zniżki temperatur w dniach chłodnych (nieco powyżej 15°C) są bardzo małe i dlatego ich wpływ nie może być groźny, tym bardziej, że przy niskich temperaturach nie zaleca się nawadniania ze względu na małą jego efektywność. Spadek temperatury po nawadnianiu w okresie gorącym, gdy temperatura prze-

Tabela 3

Różnice między temperaturą na poletkach deszczowanych i nie deszczowanych w okresie 1—5 dni po nawadnianiu w °C (+5 cm nad glebą i —5 cm w glebie)
 Temperaturdifferenzen zwischen den unbewässerten und bewässerten Parzellen in 1—5 Tagen nach der Bewässerung in °C (+5 cm hoch über der Bodenfläche und —5 cm tief unter der Bodenfläche)

Разницы температуры на орошаемых и неорошаемых участках спустя 1—5 дней после орошения в °C (+5 см над почвой и —5 см в почве)

Roślina Pflanze Растение	Plość nawodnień Bewässerungszahl Количество орошений	Dni po nawodnieniu Tage nach der Bewässerung Дни после орошения	Godzina pomiaru Stunde der Messung Час измерения					
			7		13		19	
			+ 5 cm	- 5 cm	+ 5 cm	- 5 cm	+ 5 cm	- 5 cm
Koniczyna biało-różowa Schwedenklee Белорозовый клевер 1962—1964	15	1 2 3 4 5	2,4 2,3 2,1 1,2 0,8	1,3 1,3 1,1 0,7 0,5	3,9 3,8 3,3 2,7 2,3	2,7 2,9 2,4 1,8 1,6	1,5 1,4 1,1 1,0 0,6	1,7 1,4 1,2 1,0 0,6
Koniczyna czerwona Rotklee Красный клевер 1963—1965	15	1 2 3 4 5	2,4 2,4 1,9 1,3 0,7	1,4 1,1 1,0 0,8 0,7	4,4 4,0 3,3 2,2 1,7	2,6 2,6 1,7 1,8 1,2	1,7 1,6 1,4 0,7 0,5	1,9 2,0 1,6 1,0 0,6
Buraki pastewne Futterrüben Кормовая свекла 1963—1965	17	1 2 3 4 5	2,8 2,8 2,4 2,0 1,1	1,3 1,1 0,9 1,0 0,7	6,4 6,6 4,2 3,6 2,8	3,0 4,2 3,0 1,7 0,9	3,1 3,3 2,8 2,9 1,5	1,7 1,2 1,2 1,1 0,4
Kapusta pastewna Futterkohl Кормовая капуста 1963—1965	13	1 2 3 4 5	1,5 1,6 1,4 0,9 0,7	1,1 0,8 0,8 0,6 0,3	5,0 5,8 3,9 3,6 2,4	3,6 3,7 3,1 3,2 1,7	3,2 1,9 1,3 1,2 0,8	1,4 1,9 1,4 1,5 1,0
Pszenica jara Sommerweizen Яровая пшеница 1962—1964	12	1 2 3 4 5	1,0 1,2 1,0 0,6 0,3	0,8 0,7 0,4 0,3 0,3	3,6 3,9 3,0 2,4 1,6	2,6 2,7 2,1 1,6 0,7	1,6 1,7 1,4 1,4 0,8	2,1 1,7 1,4 1,3 0,7
Owies Hafer Овес 1962—1961	12	1 2 3 4 5	1,9 1,8 1,5 0,8 0,4	0,9 0,8 0,6 0,4 0,3	3,4 3,0 2,1 2,4 1,8	2,6 2,7 2,6 1,5 1,2	2,7 1,8 1,6 1,5 1,1	1,7 1,7 1,9 1,0 0,8

kracza górną granicę optymalnej temperatury rozwoju roślin, czyli jest wyższa niż 25°C, może być nawet korzystny dla rozwoju roślin. Zasługuje to na ścisłe przebadanie, zwłaszcza w warunkach temperatury powyżej 30°C.

ZUSAMMENFASSUNG

Während der Jahre 1962—1965 wurden in der Versuchsanstalt Samotwór bei Wrocław Untersuchungen über den Einfluss von Beregnung auf die Temperatur im Kulturpflanzenfeld durchgeführt. Die Temperatur wurde im Boden bei 5 cm Tiefe sowie 5 cm oberhalb des Bodens um 7.00, 13.00 und 19.00 Uhr in Futterrüben, Futterkohl, Schwedenklee, Rotklee, Sommerweizen und Hafer abgelesen. Die thermischen Beobachtungen wurden auf den nicht beregneten und beregneten Parzellen durchgeführt.

Auf Grund der in den Tabellen 1—3 zusammengestellten Ergebnisse können folgende Schlüsse gezogen werden:

1) die Temperaturdifferenzen oberhalb des Bodens waren in der Regel grösser als im Boden,

2) am ersten Tag nach der Bewässerung beobachtete man mittags die höchsten, abends die niedrigsten Temperaturerniedrigungen,

3) die Temperaturerniedrigung unter dem Einfluss von Beregnung war am grössten im Kulturpflanzenfeld, niedriger im Leguminosenfeld und am niedrigsten im Getreidefeld,

4) die durchschnittlichen Maximaldifferenzen der Lufttemperatur festgestellt um 13.00 Uhr, stiegen bis zu 6,4% (die absoluten Maximaldifferenzen erreichten im Boden 9°C und oberhalb des Bodens sogar 12°C),

5) die durch Beregnung hervorgerufene Temperaturerniedrigung hielt durchschnittlich: morgens und abends — ungefähr 5 Tage, und mittags — länger an.

РЕЗЮМЕ

Исследования влияния дождевания на температуру нивы культурных растений были проведены на Экспериментальной Сельскохозяйственной Станции Самотвор около Вроцлава в 1962—1965 гг. Температура прочитывалась на глубине 5 см в почве и 5 см над почвой в 7, 13 и 19 часов в кормовой свекле, кормовой капусте, белорозовом клевере, красном клевере, яровой пшенице и овсе. Термические наблюдения производилось на неорошаемых и орошаемых участках.

На основании результатов, сопоставленных в таблицах 1—3, можно заключить следующее:

1) разницы температуры над почвой были, как правило, более значительными, чем в почве,

2) в первый день после орошения наибольшие понижения температур обнаружено в полдень, а наименьшие вечером.

3) понижения температур под влиянием дождевальных орошений были наиболее значительными на ниве пропашных, меньшими на ниве мотыльковых, а наименьшими на ниве злаковых растений.

4) средние максимальные разницы температур воздуха, обнаруженные в 13 часов достигая $6,4^{\circ}\text{C}$ (абсолютно максимальные разницы достигали в почве 9°C , а над почвой даже 12°C).

5) понижение температуры, вызванное дождевальным орошением, удерживалось в среднем: утром и вечером — около 5 дней, а в полдень — дольше.

STRESZCZENIE

Badania nad wpływem deszczowania na temperaturę w łanie roślin uprawnych przeprowadzono w RZD Samotwór koło Wrocławia w latach 1962—1965. Temperaturę odczytywano na głębokości 5 cm w glebie i 5 cm nad glebą o godzinie 7, 13 i 19 w burakach pastewnych, kapuście pastewnej, koniczynie biało-różowej, koniczynie czerwonej, pszenicy jarej i owsie. Obserwacje termiczne wykonywano na poletkach nie deszczowanych i deszczowanych.

Na podstawie wyników zestawionych w tabelach 1—3 można wyciągnąć następujące wnioski:

- 1) różnice temperatury nad glebą były z reguły większe niż w glebie,
- 2) w pierwszym dniu po nawadnianiu największe zniżki temperatur obserwowano w południe, a najmniejsze wieczorem,
- 3) zniżki temperatur pod wpływem nawodnień deszczownianych były największe w łanie roślin okopowych, mniejsze w łanie roślin motylkowych, a najmniejsze w łanie roślin zbożowych,
- 4) średnie maksymalne różnice temperatur powietrza stwierdzone o godzinie 13 dochodziły do $6,4^{\circ}\text{C}$ (różnice absolutnie maksymalne osiągały w glebie 9°C , a nad glebą nawet 12°C),
- 5) zniżka temperatury wywołana nawadnianiem deszczownianym utrzymywała się przeciętnie: w porze rannej i wieczornej — około 5 dni, a w porze południowej — dłużej.