

Józef KOŁODZIEJ, Henryk GALANT

Pionowe ruchy gleby i ich wpływ na przezimowanie zbóż*

Soil Vertical Movements and Their Effect on Corn Wintering

Gleba, a szczególnie jej warstwa wierzchnia, podlega ciągłym ruchom zarówno pionowym, jak i poziomym. W okresie zimowym tego rodzaju ruchy są powodowane procesem zamarzania i rozmarzania, natomiast w okresie letnim – jej "puchnięciem" na skutek pęcznienia niektórych minerałów (np. montmorylonitu) pod wpływem wody. W porównaniu z działaniem mrozu zjawisko puchnięcia gleby zachodzi rzadko i osiąga niewielkie rozmiary. Jednym z głównych czynników powodujących ruchy wierzchnich warstw gleby są spadki temperatury poniżej 0°C, powodujące zamarzanie wody w przestworach glebowych (8). Głębokość zamarzania gleby, a tym samym jej pionowe ruchy, zależą nie tylko od rodzaju samej gleby, ale także od jej wilgotności oraz od grubości pokrywy śnieżnej, rodzaju szaty roślinnej, głębokości zalegania wody gruntowej itp. (1, 2, 7).

Obok wymarzania, wysmalania, wyprzenia oraz duszenia siewek pod pokrywą lodowo-śnieżną i pleśni śniegowej pionowe ruchy gleby są jedną z ważniejszych przyczyn ginięcia roślin w chłodnej porze roku. W momencie zamarzania wilgotnej gleby, ściśle przylegającej do korzeni roślin, górne ich części są podnoszone wraz z glebą ku górze, podczas gdy dolne pozostają w warstwach głębszych. W wyniku tego procesu roślina ulega mechanicznemu uszkodzeniu, aż do przzerwania korzenia włącznie. Szczególną wrażliwością na pionowe ruchy gleby wyróżnia się rzepak ozimy, posiadający palowy system korzeniowy (5, 8). Z roślin zbożowych najbardziej wrażliwe na pionowe ruchy gleby jest żyto ozime, dlatego też wysiewa się je w odleżałą glebę (3). Pionowe ruchy gleby wpływają także niekorzystnie na wieloletnie rośliny motylkowe, a szczególnie koniczynę czerwoną (4).

METODYKA

W latach 1992-1994 pomiary pionowych ruchów gleby prowadzono od listopada do kwietnia włącznie, codziennie o godz. 7.00 czasu środkowoeuropejskiego. Pomiary wykonywano ruchomierzem glebowym Baca, oznaczając znakiem "+" podnoszenie się gleby, natomiast znakiem "-" jej osiadanie. W pracy analizowano

*Praca finansowana przez Komitet Badań Naukowych (projekt badawczy 5 0746 9101 p/01/, nr umowy 0630/53/92/02).

następujące parametry: A – maksymalne wartości dobowe pionowych ruchów gleby w danej dekadzie; B – najwyższe dekadowe amplitudy pionowych ruchów gleby, będące różnicą pomiędzy skrajnymi położeniami pręta w danej dekadzie; C – średnią liczbę dni z pionowymi ruchami w danej dekadzie.

Wyniki badań opracowano statystycznie, stosując współczynniki korelacji i regresji pomiędzy wielkością pionowych ruchów gleby a opadami atmosferycznymi i różnicami temperatur gleby. W celu określenia strat roślin, powodowanych w znacznej mierze pionowymi ruchami gleby na polach z żytem ozimym i pszenicą ozimą, obliczano liczbę roślin na jednym metrze kwadratowym tuż przed zimową przerwą wegetacji i na wiosnę – po jej rozpoczęciu. Procent ubytku roślin określano jako stosunek średniej liczby roślin zniszczonych na jednym metrze kwadratowym do średniej liczby roślin na tych samych poletkach w okresie jesieni.

WYNIKI BADAŃ

W porównaniu z latami poprzednimi pionowe ruchy gleby w okresie 1992-1994 nie występowały zbyt często ani też z dużym nasileniem, ponieważ i zimy w tym czasie należały do łagodnych, o niezbyt dużych i częstych spadkach temperatury poniżej 0°C . Szczegółową analizę badanego zjawiska przedstawiono w poszczególnych latach.

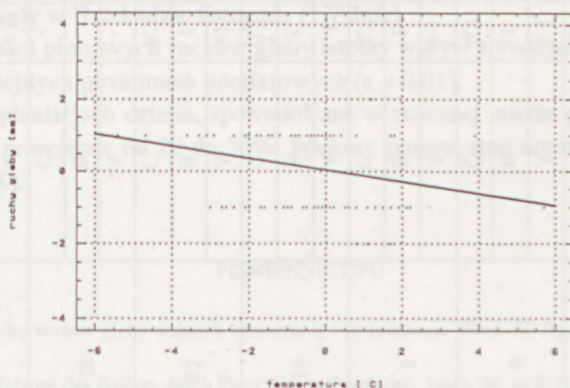
R o k 1 9 9 2. Z uzyskanych rezultatów badawczych wynika, że w tym roku pionowe ruchy gleby zaczęły występować dopiero w I dekadzie marca i tylko w jej warstwach wierzchnich (0 i 5 cm); w tym czasie gleba podniosła się o 1 mm. Spowodowane to było spadkiem temperatury poniżej 0°C po okresie odwilży, jaka nastąpiła pod koniec lutego. Dalszy spadek temperatury – w II dekadzie marca – nie wpłynął już na zmianę położenia warstw gleby, ponieważ zalegająca wówczas pokrywa śnieżna ograniczała działanie mrozu. Wzrost temperatury w końcu dekady spowodował rozmarznięcie gleby i jej osiadanie o 1 mm. Częste wahania temperatury w III dekadzie marca były przyczyną przemieszczania się gleby: najpierw podnoszenia, a później jej osiadania. Nieznaczne wahania górnych warstw obserwowano jeszcze w kwietniu. Pierwsze pionowe ruchy gleby na jesieni zaobserwowano w I dekadzie listopada; mróz spowodował wówczas podniesienie się jej o 1 mm na powierzchni i na głębokości 10 cm, natomiast w II dekadzie gleba podniosła się o 1 mm, ale tylko na głębokości 5 cm. Postępujący dalszy spadek temperatury w III dekadzie grudnia był przyczyną coraz głębszego zamarzania gleby i jej podnoszenia się na wszystkich głębokościach (oprócz warstwy 30 cm) średnio o 1 mm w ciągu doby.

R o k 1 9 9 3. Odwilż, która wystąpiła w II dekadzie stycznia, spowodowała chwilowe rozmarznięcie warstwy wierzchniej gleby i jej osiadanie o 2 mm w ciągu dwóch dni w warstwach wierzchnich (0-10 cm). Kolejne obniżenie temperatury na przełomie stycznia i lutego oraz w lutym spowodowało ponowne nieznaczne przemieszczanie się warstwy ornej. Wiosenne osiadanie gleby rozpoczęło się w III dekadzie marca i trwało przez cały kwiecień. Nasilenie tego zjawiska przypadło na II dekadę; pionowe przemieszczanie się gleby (w całym profilu) dochodziło wówczas do 2 mm w ciągu doby. Przygruntowe przymrozki, dochodzące do $-8,5^{\circ}\text{C}$ w III dekadzie kwietnia, spowodowały zamarznięcie gleby, a w dalszej konsekwencji jej podniesienie nawet o 2 mm w ciągu doby. Po ustąpieniu przymrozku gleba ponownie osiadła. Wraz ze znacznym spadkiem temperatury w II i III dekadzie listopada rozpoczął się proces podnoszenia gleby. W ciągu czterech kolejnych dni gleba systematycznie podnosiła się w całej warstwie ornej o 1 mm w ciągu doby. Proces ten trwał jeszcze w III dekadzie, ale już tylko na powierzchni. Grudniowa odwilż sprawiła, że gleba na powierzchni nieznacznie osiadła.

R o k 1994. Ponowne osiadanie odnotowano w styczniu po odwilży, jaka nastąpiła na początku miesiąca, jednakże ochłodzenie w II dekadzie proces ten zahamowało. Atak zimy w lutym był przyczyną dalszego systematycznego podnoszenia się gruntu w II dekadzie na powierzchni nawet o 3 mm w ciągu doby. W sumie w tym czasie gleba podnosiła się o 6 mm na powierzchni i o 3 mm na głębokości 5 cm. Następną odwilż spowodowała osiadanie warstwy ornej w ciągu trzech kolejnych dni o 3 mm na powierzchni i o 1 mm na głębokości 5 cm. Niewielkie pionowe ruchy gleby do góry i w dół, spowodowane znacznym ochłodzeniem i odwilżami, zaobserwowano w II dekadzie listopada i w grudniu.

Reasumując 3-letnie wyniki badań nad pionowymi ruchami gleby, stwierdzono, że największe zmiany zachodziły na jej powierzchni do -3 czy też do +2 mm w ciągu doby (w zależności od sytuacji atmosferycznych), a w czasie dekady gleba przemieszczała się nawet o 6 mm (II dekada lutego). Natomiast największą liczbę dni z pionowymi ruchami gleby notowano na jej powierzchni oraz na głębokości 5 cm i 10 cm (1, 7 dnia w II dekadzie listopada, tab. 1). W miarę wzrostu głębokości wielkość i częstość pionowych ruchów gleby malała. Praktycznie od głębokości 20 cm w dół nie notowano większych ruchów od 1 mm, a średnia liczba dni z pionowymi ruchami gleby nie przekraczała tu jednego dnia w ciągu dekady.

W celu uchwycenia zależności pomiędzy wielkością pionowych ruchów gleby a przebiegiem warunków meteorologicznych obliczono współczynniki korelacji i regresji. Spośród dwóch wziętych pod uwagę elementów meteorologicznych: opadów atmosferycznych i różnic temperatur gleby na poszczególnych poziomach istotne oddziaływanie stwierdzono tylko w przypadku tego drugiego elementu meteorologicznego (na poziomie istotności $\alpha = 0,01$). Potwierdziły się zatem wcześniejsze nasze spostrzeżenia, iż wraz ze wzrostem temperatury gleba osiada, natomiast przy obniżce – gleba podnosi się do góry (ryc. 1). Brak istotnych zależności pomiędzy wielkością pionowych ruchów a opadami atmosferycznymi wynika z faktu, iż dotyczy to powierzchni gleby i być może dlatego nie ma większego wpływu na charakteryzowane procesy w warstwach głębszych. Należy jednak w tym miejscu podkreślić, że ten brak zależności wystąpił w latach 1992-1994, kiedy nie notowano większych opadów atmosferycznych.

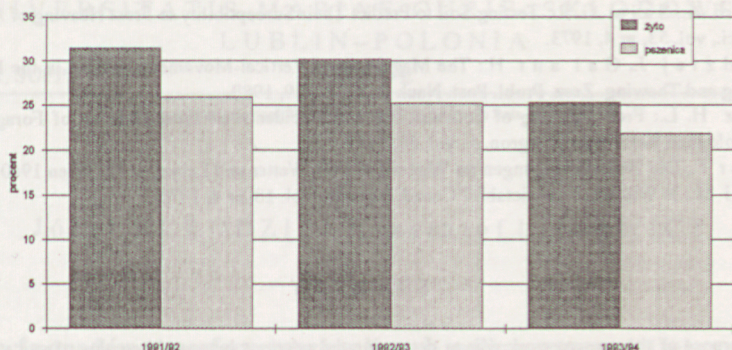


Ryc. 1. Zależność pionowych ruchów gleby od różnic temperatury gleby
Relation between soil vertical movements and the differences in soil temperature

Tab. 1. Charakterystyka pionowych ruchów gleby w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie w latach 1992-1994.
 Characterization of vertical movements at the Agrometeorological of Felin in the years 1992-1994.

Głębokość (w cm)	Parametry	Styczeń			Luty			Marzec			Kwiecień			Listopad			Grudzień		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	A	± 1	± 1	-	+1	+3	-1	+1	-1	-1	-1	-2	± 2	+1	+1	+1	+1	± 1	+1
	B	1	2	-	1	6	3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
	C	0,7	1,3	-	0,3	1,3	1,0	0,3	0,3	0,7	0,3	1,3	1,0	0,3	1,7	0,3	0,3	1,0	0,7
5	A	± 1	± 1	-	+1	+1	-1	+1	-	± 1	-1	-1	± 1	-	+1	-	+1	± 1	+1
	B	1	2	-	1	3	3	1	-	1	1	1	1	-	1	-	1	0,7	1
	C	0,7	1,0	-	0,3	1,3	1,0	0,3	-	0,7	0,3	0,7	0,7	-	1,7	-	0,3	-	1,0
10	A	-1	-1	±1	+1	± 1	-1	± 1	-	± 1	-	-	-	(± 4)	± 1	-	-1	-	+1
	B	1	1	1	1	1	1	1	-	1	-	-	-	(4)	2	-	1	-	1
	C	0,3	0,3	0,7	0,3	0,7	0,3	0,7	-	0,7	-	-	-	0,7	1,7	-	0,3	-	0,3
15	A	±1	-	-	-	-1	-	-	-	-1	-	-1	-	-	+1	-	-	-	+1
	B	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	1
	C	0,7	-	-	-	0,7	-	-	-	0,3	-	0,3	-	-	0,3	-	-	-	0,3
20	A	-	-1	-	+1	-	-	-	-	-	± 1	-	± 1	-	-	-	-	-	+1
	B	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
	C	-	0,3	-	0,3	-	-	-	-	-	0,7	-	1,0	-	-	-	-	-	0,3
30	A	± 1	-	± 1	± 1	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	-	-	-	± 1
	B	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
	C	0,7	-	0,7	0,3	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	0,7

Objaśnienia: A – maksymalne ruchy w poszczególnych dekadach; B – najniższe amplitudy dekadowe; C – Średnia liczby dni z ruchami gleby w danej dekadzie; ; () dane wątpliwe.



Ryc. 2. Procentowe straty roślin ozimych w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie
Percent losses of winter plants at the Agrometeorological Observatory of Felin

Stwierdzono ponadto, iż w latach o zwiększonej intensywności przemieszczania się gleby straty w przetrzymywaniu łanu żyta i pszenicy są większe i niekiedy przekraczają 30%. Większą liczbę wyprzażonych roślin zauważono w łanie żyta (do 31%) aniżeli pszenicy, co uwarunkowane jest większą wrażliwością tej rośliny na pionowe ruchy gleby. W analizowanych latach największe straty roślin w oziminach zaobserwowano po zimie 1991/1992.

WNIOSKI

1. W badanych latach największe pionowe ruchy gleby w ciągu doby zachodziły na powierzchni i wahały się od 3 mm podczas podnoszenia się (w procesie zamarzania), do 2 mm w czasie osiadania (gdy gleba rozmraża). W miarę wzrostu głębokości wielkość pionowych ruchów gleby malała; poniżej 15 cm nie przekraczała 1 mm w ciągu doby.

2. Dekadowe amplitudy pionowych ruchów gleby dochodziły do 6 mm na jej powierzchni, co najczęściej notowano w II dekadzie lutego. Poniżej 20 cm zakres wahań gruntu nie przekraczał 1 mm w ciągu dekady.

3. Najwyższe średnie liczby dni z pionowymi ruchami gleby – w warstwach wierzchnich – występowały w II dekadzie listopada (1,7 dnia).

4. Na wielkości pionowych ruchów gleby istotny wpływ wywierały różnice temperatury gleby w kolejnych poziomach pomiarowych ($\alpha = 0,01$).

5. Straty na plantacjach ozimin, spowodowane w znacznej mierze pionowymi ruchami gleby, wynosiły przeciętnie od 20 do 30%. Większy procent strat notowano w łanach żyta ozimego (do 31%).

PIŚMIENNICTWO

1. B a c S. sen.: Ruchy warstw gleby wskutek zamarzania i rozmrażania. Wiad. Sl. Hydr. i Meteorol., t. 2, z. 1, 1950.
2. E i m e n J.: Die Hebung des Bodens durch Frost. Bayer. Landwirt., Jahrb. 39, nr 8, B 5, 1962.
3. G a l a n t H.: Adaptations of Winter Cereals to Change of Vertical Movements of Soil in the Process of Its Freezing and Thawing. Biometeorology. Part II, Calgary, Alberta (Canada) vol. 1, 1993.

4. Grant E. A., Saini G. R.: Testing Soil to Predict Their Susceptibility to Frost Heaving of Alfaalfa. Can. J. Pl. Sci., vol. 53, nr 4, 1973.
5. Kołodziej J., Galant H.: The Magnitude of Vertical Movements of Soil in the Process of Its Freezing and Thawing. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 369, 1989.
6. Portz H. L.: Frost Heaving of Soil and Plants. I. Incidence of Frost Heaving of Forage Plants and Meteorological Relationship. Agron. J., vol. 59, 1967.
7. Stelzer F.: Die Bodenbewegungen im Winter 1959/60. Wetter und Leben, nr 12, Wien 1960.
8. Suzuki M.: Is Winterkill Predictable? Canad. Agricult. vol. 18, nr 4, 1973.

SUMMARY

The purpose of the present work was to determine the relations between the value of soil vertical movements and rye wheat wintering at the Agrometeorological Observatory of Felin in the years 1992-1994. The measurements of soil vertical movements were performed using a soil movement measurer Baca every day at 7 o'clock of Central European time 6 levels: 0 cm, 5 cm, 10 cm, 5 cm, 20 cm and 30 cm. On the other hand, the degree of rye and wheat wintering (in %) was measured on the basis of a difference between the mean number of plants per 1 m² in spring and autumn.

The greatest vertical movements of the soil were observed on its surface and they ranged from -2 to +3 mm during 24 hours. During one decade, the soil moved even by up to 6 mm. Together with depth, the value of the soil vertical movements and their intensity decreased. The studies found out a significant effect of the differences in the temperature of the soil on the latter's vertical movements. It was found that in those years in increased intensity of soil vertical movements, there were greater post-winter losses in rye and wheat canopies. Those losses reached even 20-30%.