

WPŁYW WIELOKROTNYCH PRZEJAZDÓW CIĄGNIKA NA DYNAMIKĘ WZROSTU I PLONOWANIE TYMOTKI ŁĄKOWEJ

Tomasz Głąb, Andrzej Żabiński

Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. Użytkowanie wieloletnich roślin pastewnych, a w szczególności traw, związane jest z wielokrotnymi przejazdami ciągników i maszyn po powierzchni upraw, co prowadzi do zagęszczenia gleby, uszkodzenia odrastających pędów roślin i w konsekwencji powoduje obniżenie ich wydajności. W celu określenia wpływu ugniatania na plonowanie i wzrost tymotki łąkowej przeprowadzono trzyletnie badania w oparciu o doświadczenie polowe. Czynnikiem doświadczalnym były wielokrotne przejazdy kół ciągnika (1, 2, 4 i 6 krotne) z wydzieleniem obiektu kontrolnego, nieugniatanego. W okresie wegetacji wykonywano pomiary wysokości roślin w odstępach tygodniowych. Oznaczono również plony s.m. dla trzech pokosów w roku. Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano trzy bardzo wyraźne fazy wzrostu roślin, różniące się dynamiką przyrostu. Zanotowano wpływ ugniatania na tempo wzrostu roślin, szczególnie widoczny w trakcie drugiego i trzeciego odrostu. Zmiany dynamiki wzrostu spowodowały również różnice w wydajności badanego gatunku.

Słowa kluczowe: tymotka łąkowa, wzrost, plony, przejazdy ciągnika

Wstęp

W ostatnich latach ugniatanie gleby uznawane jest za bardzo istotny problem nie tylko w uprawach jednorocznych, ale również w produkcji pasz w uprawach wieloletnich roślin pastewnych, a w szczególności roślin motylkowych i traw. Problem ten wynika z coraz częstszego stosowania ciężkich maszyn do zbioru i pielęgnacji. Wielu badaczy podkreśla negatywny wpływ nacisków kół ciągników i maszyn rolniczych na plonowanie roślinności łąkowej zwłaszcza, że w tych uprawach nie wykonywane są zabiegi spulchniające, a zwięźłość gleby zwiększa się z roku na rok [Douglas 1994; Frame 1987; Frame i Merrilles 1996; Kopeć i Głąb 2006]. Ugniatanie gleby prowadzi do zmian w jej strukturze, czego dalszą konsekwencją są zmiany właściwości fizycznych gleby, wzrost zwięźłości, gęstości objętościowej i zmniejszenie porowatości [Coelho i in. 2000; Domżał i in. 1987; Głąb i Ciarkowska 2006; Soane i in. 1982; Walczyk 1995]. Ponadto, bardzo istotną rolę odgrywają również mechaniczne uszkodzenia nadziemnych części roślin powodowane przez przejeżdżające koła [Frame 1987; Rasmussen i Moller 1981]. Uszkodzenia te są uznawane niekiedy główną przyczyną zmniejszenia plonów w porównaniu do degradacji właściwości fizycznych gleby [Meek i in. 1988].

Z drugiej jednak strony w niektórych pracach autorzy zauważają, iż rośliny wieloletnie nie zawsze reagują spadkiem plonów po ugniataniu gleby. Zanotowano wzrost plonowania życicy trwalej na obiektach ugniatanych, w porównaniu z obiektami kontrolnymi [Dwyer i Studie 1989; Frost 1988]. Ostateczne skutki przejazdów maszyn rolniczych zależą w znacznej mierze od zawartości materii organicznej w glebie, stabilności i trwałości struktury gleby [Douglas 1994]. Również wpływ ugniatania zależy od warunków klimatycznych, a w szczególności od ilości opadów w sezonie wegetacyjnym i związanej z tym wilgotności gleby. Jak podkreślają niektórzy badacze reakcja roślin może się znacznie różnić w poszczególnych latach, a nawet w poszczególnych pokosach [Rasmussen i Moller 1981; Zhezmer i in. 1990].

Celem niniejszej pracy jest określenie wpływu ugniatania powodowanego przez wielokrotne przejazdy kół ciągnika na wydajność tymotki łąkowej oraz jej dynamikę wzrostu w okresie wegetacji.

Materiał i metody

Badania przeprowadzone zostały na obiekcie doświadczalnym Katedry Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Podstaw Rolnictwa w Mydlnikach k/Krakowa w latach 2004-2006. Dane meteorologiczne pochodzące ze stacji Kraków-Balice przedstawione zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Średnie miesięczne temperatury i sumy opadów (stacja meteorologiczna Kraków-Balice)
Table 1. Average monthly values of temperature and rainfall total

Miesiące	2004	2005	2006
	Średnie miesięczne temperatury [°C];		
Styczeń	-7,8	1,2	-2,4
Luty	-0,3	4,3	-3,0
Marzec	1,1	-0,2	0,2
Kwiecień	7,3	6,8	5,6
Maj	10,6	11,4	10,9
Czerwiec	14,6	14,4	15,0
Lipiec	16,0	17,6	18,6
Sierpień	17,0	15,4	15,6
Wrzesień	12,3	12,5	13,4
Październik	7,1	7,1	9,1
Listopad	3,6	3,9	6,3
Grudzień	-1,3	-0,7	0,9
Średnia	6,7	7,8	7,5
Suma opadów [mm];			
Styczeń	36	66	58
Luty	57	33	49
Marzec	51	21	60
Kwiecień	32	49	57
Maj	43	61	52
Czerwiec	56	41	89

Wpływ wielokrotnych przejazdów...

Lipiec	92	113	14
Sierpień	75	103	104
Wrzesień	30	27	17
Październik	49	8	32
Listopad	30	30	21
Grudzień	31	47	16
Suma	582	598	568

Pole doświadczalne zlokalizowane zostało na glebie pyłowej (Mollic Fluvisol). Wybrane właściwości fizyko-chemiczne przedstawiono w tabeli 2. W celu przygotowania pola do obsiewu w roku 2003 wykonano pełny zespół uprawek składający się z orki, kultywowania i bronowania przed i posiewnego. Następnie zostały wysiane nasiona tymotki łąkowej w siewie czystym w ilości 18 kg ha⁻¹. W trakcie trzyletnich badań stosowano nawożenie mineralne w ilości 120 kg N ha⁻¹, 60 kg K₂O ha⁻¹ i 72 kg P₂O₅ ha⁻¹ rocznie, z rozdzieleniem dawki N na trzy terminy.

Tabela 2. Wybrane właściwości fizyko-chemiczne gleby (Mollic Fluvisol) na obiekcie doświadczalnym (warstwa 0-20 cm)

Table 2. Selected physical and chemical properties of soil (Mollic Fluvisol) in the experimental object

pH (KCl)	6.5
C ogólny	25.8 g kg ⁻¹
N ogólny	2.10 g kg ⁻¹
C/N	12.3
Gęstość fazy stałej	2.53 g cm ⁻³
Piasek	290 g kg ⁻¹
Pył	670 g kg ⁻¹
Cz. sypialne	40 g kg ⁻¹

Doświadczenie założone zostało w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach, o powierzchni poszczególnych poletek równej 9 m². Czynnikiem doświadczalnym były przejazdy kół ciągnika z pięcioma poziomami ugniecenia: (P0) obiekt kontrolny, nieugniatany, (P1) jeden przejazd, (P2) dwa przejazdy, (P4) cztery przejazdy i (P6) sześć przejazdów. Dla poszczególnych kombinacji ugniatania powierzchnia poletek była całkowicie pokrywana śladami kół. Do ugniatania wykorzystany został ciągnik URSUS C-360. Wybrane parametry techniczne ciągnika przedstawiono w tabeli 3. Ugniatanie przeprowadzono po każdym z trzech pokosów w okresie trzech lat prowadzenia badań. Pomiary wysokości roślin przeprowadzono w okresie od początku kwietnia do końca września każdego roku w odstępach tygodniowych. Pomiary wykonywano metodą opadającego krążka [Bransby i in. 1977; Earle i McGowan 1979; Sanderson i in. 2001]. Krążek wykorzystany do pomiarów miał masę 46,7 g i powierzchnię 0,04 m². Metoda ta jest stosowana w praktyce łąkarskiej jako niedestrukcyjny sposób pomiarów wydajności użytków zielonych, zwłaszcza pastwisk [Michell 1982].

Plonowanie oznaczono dla każdego z pokosów, które wyznaczone zostały na drugą dekadę maja, trzecią dekadę lipca i drugą dekadę września. Plon suchej masy określono na podstawie współczynnika podsuszania, wyznaczonego poprzez suszenie próbek (500 g) w temperaturze 70°C do stałej wagi.

Tabela 3. Wybrane parametry techniczne ciągnika URSUS C-360
 Table 3. Selected technical parameters of tractor URSUS C-360

Parametr	Jednostka	Wartość
Masa	kg	2056
Moc	kW	35
Ogumienie kół przednich	cal	6,00-16
Ogumienie kół tylnich	cal	14,9-28
Nacisk jednostkowy kół przednich	kPa	168,6 ^a
Nacisk jednostkowy kół tylnich	kPa	61,1 ^a
Ciśnienie kół przednich	kPa	150
Ciśnienie kół tylnich	kPa	100

^a – naciski jednostkowe wg Walczyk (1995) za Soane

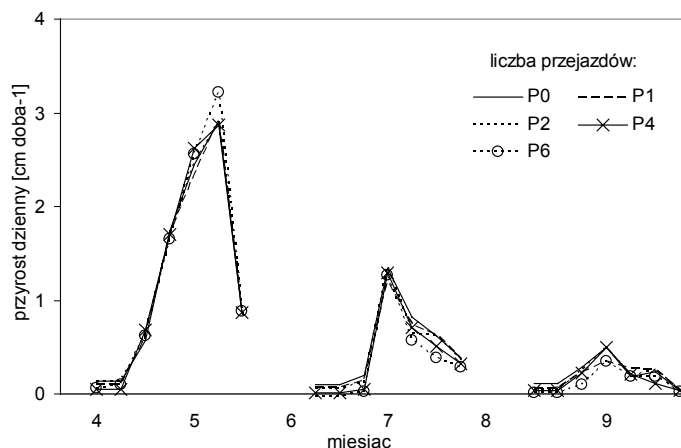
Wyniki

Tempo wzrostu tymotki łąkowej charakteryzowało występowanie trzech bardzo wyraźnie zaznaczonych etapów (rys. 1):

1. powolny wzrost występujący na początku okresu odrastania runi, kiedy dzienny przyrost wysokości roślin nie przekraczał 0,5 cm doba⁻¹,
2. bardzo intensywny wzrost roślin, gdy dzienny przyrost wysokości roślin przekraczał 0,5 cm doba⁻¹ i osiągał wartości nawet powyżej 2,5 cm doba⁻¹,
3. spowolnienie tempa wzrostu, dzienny przyrost początkowo jeszcze dość wysoki, ale bardzo szybko maleje

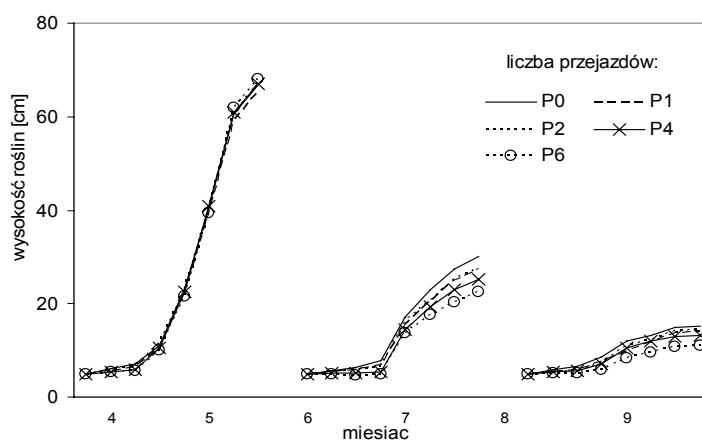
Wymienione powyżej trzy etapy wzrostu tymotki łąkowej określono we wszystkich trzech odrostach w ciągu roku. Najwyraźniej widoczne są w trakcie pierwszego wiosennego odrostu, kiedy stwierdzono największe dzienne przyrosty. Powolny wzrost w pierwszej fazie odrostu, jest powodowany koniecznością regeneracji uszkodzeń powstających w trakcie zbioru roślin. Dlatego też faza ta ma dłuższy przebieg przy odroście po pierwszym i drugim pokosie. Najkrócej trwa w czasie wiosennego odrostu ze względu na możliwość regeneracji uszkodzeń przez rośliny w okresie jesiennym poprzedniego roku. Obserwując krzywe tempa wzrostu tymotki łąkowej można zaobserwować, iż rośliny potrzebują około 2-3 tygodni na regenerację uszkodzeń. Po tym czasie rozpoczyna się bardzo intensywny wzrost roślin wynikający z wydłużania się międzywęzli. Etap ten kończy się z początkiem fazy kwitnienia.

Zastosowane ugniatanie kołami ciągnika wywarło wpływ na tempo wzrostu tymotki łąkowej w okresie drugiego i trzeciego odrostu. Natomiast w czasie pierwszego, wiosennego odrostu dynamika wzrostu roślin na wszystkich obiektach doświadczalnych była bardzo zbliżona. Silne ugniatanie spowodowało znaczne osłabienie przyrostów pierwszego etapu odrostu i wydłużenie ich czasu trwania nawet do 4 tygodni. W czasie drugiego odrostu na obiektach P4 i P6 po trzech tygodniach nie zanotowano żadnych zmian wysokości roślin, podczas gdy na obiekcie kontrolnym (P0) dzienny przyrost przekroczył 0,2 cm doba⁻¹. Podobny efekt, lecz znacznie słabszy, zaobserwowano również w trakcie trzeciego odrostu.



Rys. 1. Przyrost dzienny tymotki łąkowej, wartości średnie z lat 2004-2006
 Fig. 1. Daily growth of *Phleum pratense*. Average of three years, 2004-2006.

Zmiany w dynamice wzrostu roślin spowodowały różnice w ich wysokości (rys. 2) Wysokość roślin przed pierwszym pokosem była bardzo wyrównana dla wszystkich kombinacji ugniatania i wynosiła średnio 60,8 cm. Wpływ ugniatania spowodował różnice w końcowej wysokości roślin przed drugim pokosem. Na obiekcie P0 rośliny miały wysokość 27,0 cm, podczas gdy na obiektach P1, P2, P4 i P6 odpowiednio 24,7, 23,8, 22,6 i 21,1 cm. Analogiczne wartości dla trzeciego pokosu wynosiły 17,4 16,0, 16,7, 14,4 i 12,2 cm.



Rys. 2. Wysokość tymotki łąkowej, wartości średnie z lat 2004-2006
 Fig. 2. Height of *Phleum pratense*; average of three years, 2004-2006.

Zhezmer i in. [1990] potwierdzają, iż ugniatanie kołami ciągnika ma wpływ na wzrost traw, szczególnie w przypadku traw kępowych. Tymotka łąkowa jako gatunek luźnokępowy jest wyraźnie bardziej podatna na ugniatanie, w porównaniu z gatunkami rozłogowymi.

Tabela 4. Średnie plony s.m. tymotki łąkowej w latach 2004-2006
 Table 4. Dry matter yields of *Phleum pratense*. Average of three years, 2004-2006.

Liczba przejazdów	Plon s.m. [t ha ⁻¹]			
	I pokos	II pokos	III pokos	Suma roczna
P0	7,81	2,89	2,08	12,77
P1	6,94	2,37	1,91	11,22
P2	7,45	2,82	2,19	12,47
P4	7,21	2,26	1,94	11,41
P6	6,44	1,90	1,63	9,97
NIR _{0,05}	0,88	0,39	0,51	

Zmiany w przyroście roślin spowodowały zmiany w plonowaniu tymotki łąkowej (tabela 4). W pierwszym pokosie, najwyższym w roku, średni plon wynosił 7,17 t s.m. ha⁻¹. Zanotowano spadek plonowania roślin wynikający z ugniecenia gleby kołami ciągnika. Zależność tą potwierdzają również badania Frame i Merilles [1996]. Najniższe wartości zanotowano dla obiektu P6 i P1, natomiast najwyższa wydajność cechowała obiekty P0 i P2. Mimo wysokich plonów różnice pomiędzy obiektami są słabo widoczne. W przypadku plonów drugiego pokosu różnice te są znacznie wyraźniejsze. Można zaobserwować, iż poza obiektem kontrolnym P0 (2,89 t s.m. ha⁻¹) bardzo wysoki plon zanotowano również na obiekcie P2 (2,82 t s.m. ha⁻¹). Podobny efekt jest widoczny także w trzecim pokosie. Wysokie plonowanie tymotki łąkowej na poletkach nieugniatanych można wytłumaczyć brakiem mechanicznych uszkodzeń roślin i ich szybkim odrostem. Natomiast wyższe plony na obiektach umiarkowanie ugniatających P2 są wynikiem lepszego zaopatrzenia roślin w wodę i składniki pokarmowe. Zjawisko to potwierdzają badania Ball-Coelho i in. [1998] oraz Schonderbeek i Schoute [1994], którzy odnotowali występowanie lepszych warunków do wzrostu i rozwoju korzeni w glebie o większej zwięzłości w porównaniu z glebą silnie porowatą.

Wnioski

1. Wzrost tymotki łąkowej dzieli się na trzy etapy różniące się dynamiką wzrostu. Pierwszy etap trwający około 3 tygodni charakteryzuje powolny wzrost, drugim etapem jest bardzo intensywny wzrost roślin, po którym następuje stopniowe jego zahamowanie.
2. Wielokrotne przejazdy kół ciągnika powodują wolniejszy odrost związany z dłuższym czasem regeneracji mechanicznych uszkodzeń części nadziemnych roślin.
3. Zmiany plonowania tymotki łąkowej są głównie wynikiem bezpośredniego, niekorzystnego działania kół ciągnika. Najwyższe plonowanie wykazują rośliny nieugniatane lub poddane umiarkowanemu ugniataniu odpowiadającemu dwóm przejazdom kół ciągnika.

Bibliografia

- Ball-Coelho B.R., Roy R.C., Swanton C.J.** 1998. Tillage alters corn root distribution in coarse-textured soil. *Soil Till. Res.* 45. s. 237–249.
- Bransby D.J., Matches A.G., Krause G.F.** 1977. Disc meter for rapid estimation of herbage yield in grazing trials. *Agron. J.* 69. s. 393-396.
- Coelho M.B., Mateos L., Villalobos F.J.** 2000. Influence of a compacted loam subsoil layer on growth and yield of irrigated cotton in Southern Spain. *Soil Till. Res.* 57. s. 129-142.
- Domżał H., Słowińska-Jurkiewicz A., Palikot M.** 1987. Physical properties of the root zone of soil as a factor determining the crop yield. *Pol. J. Soil Sci.* vol. XX/1.
- Douglas. J.T.** 1994. Responses of perennial forage crops to soil compaction. *Soil Compaction in Crop Production.* s. 343-364.
- Dwyer M.J., Studie A.L.** 1989. Damage to grassland by tractors. *Proceedings of the 4th European Conference of the International Society for Terrain Vehicle Systems.* Wageningen. s. 123-127.
- Earle D.F., McGowan A.A.** 1979. Evaluation and calibration of an automated rising plate meter for estimating DMY of pasture. *Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 10. s. 337-343.
- Frame J.** 1987. The effect of tractor wheeling on the productivity of red clover and red clover/ryegrass swards. *Research and Development in Agriculture.* 4.1. s. 55-60.
- Frame J., Merrilees D.W.** 1996. The effect of tractor wheel passes on herbage production from diploid and tetraploid ryegrass swards. *Grass and Forage Science.* 51. s. 13-20.
- Frost J.P.** 1988. Effects on crop yields of machinery traffic and soil loosening. Part 1. Effects on grass yield of traffic frequency and date of loosening. *J. Agric. Res.* 20. s. 3-10.
- Głąb T., Ciarkowska K.** 2006. Wpływ wielokrotnych przejazdów na właściwości morfometryczne struktury gleby pod mieszką trawiasto-koniczynową. *Inżynieria Rolnicza.* 5 (80). s. 165-170.
- Kopeć S., Głąb T.** 2006. Wpływ ugniatania gleby ciągnikiem na plonowanie wybranych gatunków traw. *Zeszyty Nauk. Uniw. Przyr. we Wrocławiu.* 88. s. 141-146.
- Meek B.D., Rechel E.A., Carter L., DeTar W.R.** 1988. Soil compaction and its effects on alfalfa in zone production systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52. s. 232-236.
- Michell P.** 1982. Value of a rising-plate meter for estimating herbage mass of grazed perennial ryegrass-white clover swards. *Grass and Forage Science.* 37 (1). s. 81–87.
- Rasmussen K. J., Moller E.** 1981. Regrowth after pre-wilting of grassland crops. II. Soil compaction in connection with harvest and transport. *Saertryk af Tidsskrift for Planteavl.* 85. s. 59-71.
- Sanderson M.A., Rotz C.A., Fultz S.W., Rayburn E.B.** 2001. Estimating forage mass with a commercial capacitance meter, rising plate meter and pasture ruler. *Agron. J.* 93 s. 1281-1286.
- Schoonderbeek D., Schoute J.F.T.** 1994. Root and root–soil contact of winter wheat in relation to soil macroporosity. *Agriculture, Ecosystems and Environment.* 51. 89–98.
- Soane B.D., Dickson J.W., Campbell D.J.** 1982. Compaction by agricultural vehicles: a review. *Soil Till. Res.* 2. s. 3-36.
- Walczyk M.** 1995. Wybrane techniczne i technologiczne aspekty ugniatania gleb rolniczych agregatami ciągnikowymi. *Zeszyty Nauk AR w Krakowie.* ss. 202.
- Zhezmer N.M., Zotov A.A., Dedaev G.A., Shevtzov A.V., Kozlow V.V.** 1990. Effect of agricultural machinery operations on the grassland soil productivity and soil conditions. *Proc. 13th Gen. Meeting Eur. Grassland Fed., Banska Bystrica, Czechoslovakia,* 1, s. 77-78.

THE IMPACT OF REPEATED TRACTOR RUNS ON GROWTH DYNAMICS AND CROPPING OF TIMOTHY GRASS

Abstract. Using perennial fodder plants, and in particular grass, involves repeated runs of tractors and machines on the cultivated areas. This leads to soil compaction, damage of shooting-up plant sprouts, and as a consequence lowers their productivity. A three-year study based on field experiment was carried out in order to determine the impact of soil packing on timothy grass cropping and growth. Repeated runs of tractor wheels (1, 2, 4 and 6 times) constituted the experimental factor, including the separation of an unpacked check object. The height of plants was measured every week during vegetation period. Moreover, the researchers determined dry matter crops for three swaths in a year. Obtained results showed three very distinct plant growth phases, differing in increment dynamics. The researchers confirmed soil packing impact on plant growth rate, especially visible for second and third sprout. Growth dynamics changes also generated differences in the productivity of a given species.

Key words: timothy, height, yields, tractor traffic

Adres do korespondencji:

Tomasz Głąb; e-mail: rtglab@cyf-kr.edu.pl
Instytut Eksploatacji Maszyn, Ergonomii i Procesów Produkcyjnych
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków