

Produktywność i dynamika przyrostu biomasy netto zbiorowisk trawiastych łąk w Jaktorowie oraz zmiany w ich składzie florystycznym

MARIA TOŁWIŃSKA

Instytut Przyrodniczych Podstaw Melioracji SGGW — AR w Warszawie

(Przyjęto: 3 II 1978)

M. Tołwińska (*Institute of Natural Foundations of Land Improvement, Warsaw Agricultural University, Warszawa, Poland*) *Acta Agrobotanica* 31 (1/2): 121-148, 1978.

Productivity and dynamics of biomass net increment and exchanges of plant species in the grass communities of permanent meadows in Jaktorów

It was established that fertilization favours the development and yield of the underground and above ground plant parts both directly and indirectly, that is by changing the floristic composition of the plant community. The production of net biomass and exchanges of a plant species on permanent meadows is dependent not only on the kind of soil, moisture and fertilization but also on the atmospheric conditions.

WSTĘP

Od wielu lat prowadzi się badania nad podniesieniem wydajności oraz trwałości łąk i pastwisk. Jednym z głównych czynników kształtujących plon i jego wartość paszową oraz zmiany w składzie florystycznym zbiorowisk łąkowych jest zasobność gleby w składniki pokarmowe, uzupełniana przez nawożenie. Przy stosowaniu zbyt wysokich dawek nawozów coraz częściej spotykamy się z objawami degeneracji trwałych użytków zielonych. Niekorzystne zmiany w składzie florystycznym łąk i pastwisk oraz przyczyny degradacji tych użytków były tematem wielu badań naukowych (Doboszyński 1972; Falkowski 1958; Grzymała 1958; Grzyb 1970; Janus 1968; Prończuk 1970; Pawłat 1974). Wymienione prace dotyczyły przede wszystkim plonu rolniczego, który stanowi zaledwie około 13-15% ogółu wytworzonej przez rośliny biomasy netto. Badania „resztek poźniwnych”, pozostałych po zebraniu plonu, dotyczyły roślin uprawianych w polu (Batalin 1962). Z części podziemnej najczęściej badano systemy korzeniowe poje-

dynczych roślin (Batalin 1962; Bergman 1954; Kotańska 1970; Vose 1962; Wilk 1967).

Batalin (1962) badał długość korzeni kilku roślin uprawnych i ich rozmieszczenie w profilu glebowym oraz dynamikę przyrostu masy korzeniowej w zależności od warunków siedliska. Vose (1962) badał system korzeniowy *Lolium perenne*, bez uwzględniania produkcji całej biomasy tego gatunku. Jednakże wyniki tych badań trudno odnieść do wieloletniej roślinności łąkowej, która rozwijając się w zbiorowisku ma zupełnie inne warunki i inne proporcje między masą podziemną a nadziemną. Badania systemów korzeniowych roślinności trwałych łąk i pastwisk oraz produkcji całej masy podziemnej tych użytków były prowadzone nieco później niż roślin uprawianych w polu. Prawdopodobnie przyczyną opóźnień były trudności techniczne. Ze zbitej darni nie łatwo jest oddzielić korzenie poszczególnych roślin oraz frakcje tworzące całą masę podziemną.

Rozwój masy podziemnej roślin z trwałych zbiorowisk trawiastych był przedmiotem badań Kotańskiej (1970), która bardzo dokładnie opracowała systemy korzeniowe wielu roślin łąkowych z terenu Ojcowskiego Parku Narodowego. Produkcję pierwotną netto masy nadziemnej i podziemnej roślinności łąkowej tego parku badali Jankowska (1967), Dahlman, Kucera (1965) oraz Garwood (1968). Określali oni wpływ warunków gleby i uwilgotnienia na rozwój korzeni roślin. W ZSRR tym zagadnieniem zajmowała się Makarevič (1971 a, b), Mirošenko (1973), Prozorova (1972), Syrokomskaja (1959) i inni botanicy. Wielu badaczy jak Gilmanov (1967) zajmowało się opracowaniem modelu badań biomasy podziemnej części roślin. Wymienione prace nie obejmowały terenów użytkowanych rolniczo.

W celu oznaczenia produktywności trwałych łąk i pastwisk należało prześledzić nie tylko proces wzrostu i nagromadzenia biomasy, ale także proces obumierania i rozkładu zarówno nadziemnych, jak i podziemnych części roślin. Wiele prac poświęcono opracowaniu metody badania produkcji pierwotnej biomasy. W Polsce zagadnieniem tym zajmował się Traczyk (1967), którego pierwsze prace z tej dziedziny dotyczyły produkcji pierwotnej runa leśnego. Dopiero w oparciu o dalsze badania prowadzone w ekosystemach trawiastych (wraz z zespołem współpracowników Instytutu Ekologii PAN) Traczyk podał metodę badania produkcji netto biomasy, nadziemnej i podziemnej, przyjętą przez kilka ośrodków badawczych w kraju.

Stańko-Bródkowa, Rutkowska i in. (1976) oraz autorka niniejszej pracy Tołwińska (1975, 1977) podaną metodą posługiwały się przy badaniu produkcji biomasy pastwisk i łąk trwałych, rolniczo użytkowanych.

CEL I METODA PRACY

Celem pracy było określenie produktywności biomasy netto i dynamiki przyrostu masy nadziemnej i podziemnej zbiorowisk trawiastych na łąkach w Jaktorowie, w piątym roku badań, oraz porównanie wyników z pięciu lat. Jednocześnie prześledzono zmiany w składzie florystycznym zbiorowisk łąkowych na przestrzeni lat 1971-1975.

Łąki Jaktorowskie leżą w dolinie rzeki Pisia Tuczna (dopływ Bzury). Gleby łąkowe stanowią czarne ziemie właściwe i zdegradowane, wytworzone z piasków słabo gliniastych, pylastych (Czerwinski i in. 1977). Do 1936 r. na terenie badanych łąk przeważały zbiorowiska turzycowe. W latach 1936-1938 łąki zostały zmeliorowane, co spowodowało stopniowe przekształcenie się zbiorowisk turzycowych w trawiasto-zielne. W okresie lat 1949-1966 łąki były systematycznie nawadniane i nawożone. W latach 1971-1975 poziom wody gruntowej w okresie wegetacji wahał się w granicach 40-100 cm.

Na łące trwałej badania prowadzono na polu doświadczalnym założonym metodą bloków losowanych w 1949 roku. Wielkość poletek doświadczalnych wynosiła 60 m². Próbkę pobierano z poletek nie nawożonych — „0” oraz nawożonych NPK.

Łąkę nową założono na terenie dawnego pastwiska, które zaorano w jesieni 1970 r. Wiosną w 1971 r. po doprowadzeniu gleby, wydzielono poletka metodą bloków losowanych (jak na łące trwałej) i obsiano mieszką nasion traw i koniczyny. W latach 1971-1972 stosowano następujące dawki nawozów na 1 ha: N — 80 kg, P₂O₅ — 54 kg, K₂O — 80 kg, razem 214 kg NPK na 1 ha. W 1973 roku zwiększono dawkę nawozów do 341 kg: N — 160 kg, P₂O₅ — 71 kg, K₂O — 110 kg.

Próbki masy nadziemnej i korzeni roślin pobierano w okresie wegetacji w czterech następujących terminach: pierwsza dekada kwietnia, koniec maja lub początek czerwca, pierwsza połowa sierpnia oraz koniec października.

Masę nadziemną roślinności (z powierzchni kolistej równej 0,1 m²) pobierano z dwóch poziomów — powyżej 5 cm od powierzchni gruntu (plon rolniczy) oraz od 0-5 cm — pozostałość po ścięciu pokosu rolniczego (w pracy nazywaną „ściernią”).

Z masy nadziemnej wydzielano 5 następujących frakcji: liście i łodygi zielone, żółte, brązowe i szare oraz mech.

Następnie pobierano próbki masy podziemnej. Za pomocą specjalnego przyrządu wycinano pierwszy poziom masy korzeniowej na głębokości od 0 do 5 cm z kolistej powierzchni 0,1 m². Następne warstwy z poziomu 5-15, 15-25, 25-35, 35-50 cm pobierano cylindrem o średnicy 11,3, wysokości 10 cm. Pobrane z ziemią próbki masy korzeniowej przemywano wodą na sitach o średnicy oczek 1 mm, a następnie ręcznie usuwano

piasek pozostały na sitach. Po przesuszeniu wykonano analizę morfologiczną podziemnej masy roślin, wydzielając cztery frakcje: węzły krzewienia, korzenie, kłącza i rozłogi. Wydzielone frakcje suszono w suszarce przy temperaturze 85°C i ważono.

Ponadto skoszono poletka o powierzchni 50 m² w celu określenia plonu rolniczego siana z I i II pokosu. Z I pokosu pobrano próbki roślinności do analizy botaniczno-wagowej oraz wyliczenia wartości paszowej siana.

Dane liczbowe z poszczególnych lat, przeliczone na powierzchnię 1 m², zestawiano w tabele i przedstawiono na wykresach. Wyniki badań z lat 1971-1974 zostały opublikowane w 1975 i 1977 r. (Tołwińska 1975, 1977).

WYNIKI BADAŃ Z 1975 r.

Masa podziemna

Łąka trwała

W 1975 r. na łące trwałej w terminie wiosennym i na końcu wegetacji więcej masy podziemnej było na poletkach nawożonych. Natomiast w końcu maja i w pierwszej dekadzie sierpnia większą masę korzeniową stwierdzono na poletkach nie nawożonych (rys. 1). W stosunku do 1973 r. zarówno na łące nawożonej, jak i nie nawożonej ilość masy podziemnej zmniejszyła się.

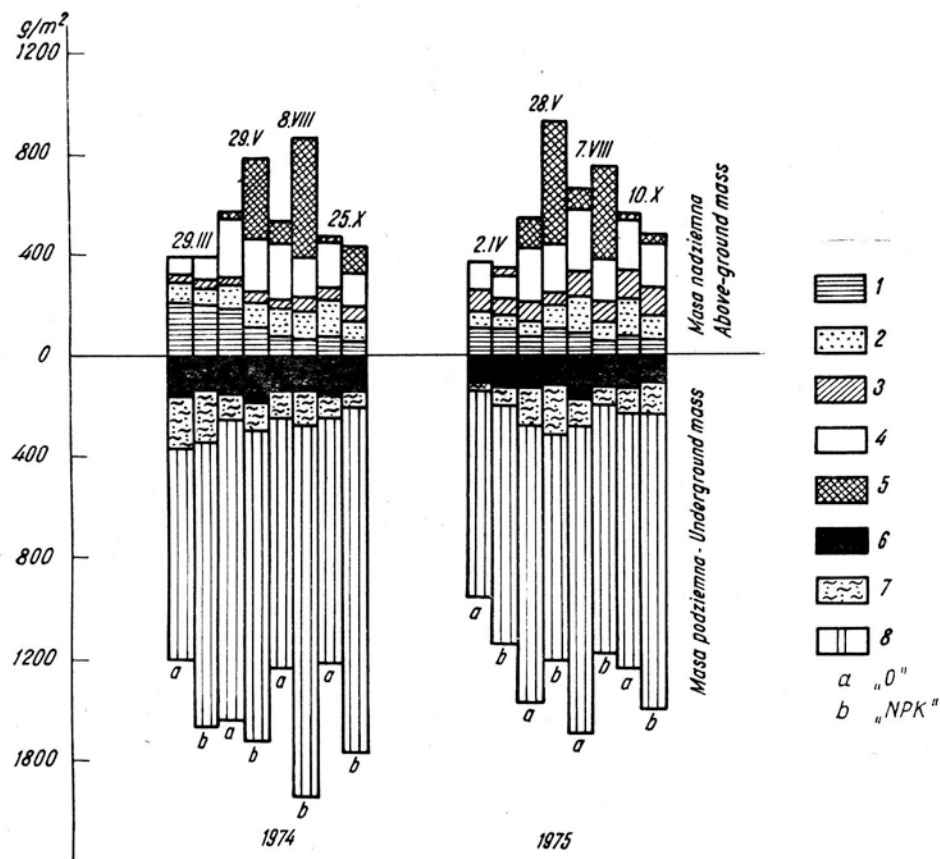
Łąka nowo założona

Na nowo założonej łące obserwowano dużą rozbieżność w ilościach masy korzeniowej w różnych terminach. Na poletkach nawożonych masa podziemna w dniu 2 IV stanowiła 73,1%, a 28 V tylko 29,1% ogółu biomasy netto. Dopiero w październiku ilość masy podziemnej wzrosła do 68,4% ogółu biomasy. Mniejsze rozbieżności w procentach masy podziemnej wystąpiły na łące nie nawożonej (2 IV — 66,4%, 28 V — 61,6% ogółu biomasy netto).

Masa nadziemna

Łąka trwała

Na poletkach nawożonych więcej niż połowę masy nadziemnej roślin stanowiła jej przyziemna część (od 0 do 5 cm), która po skoszeniu pozostawała na łące. W niej większość było liści szarych — częściowo roz-



Rys. 1. Produktywność biomasy netto łąki trwałej w Jaktorowie, w g/m², w latach 1974-1975

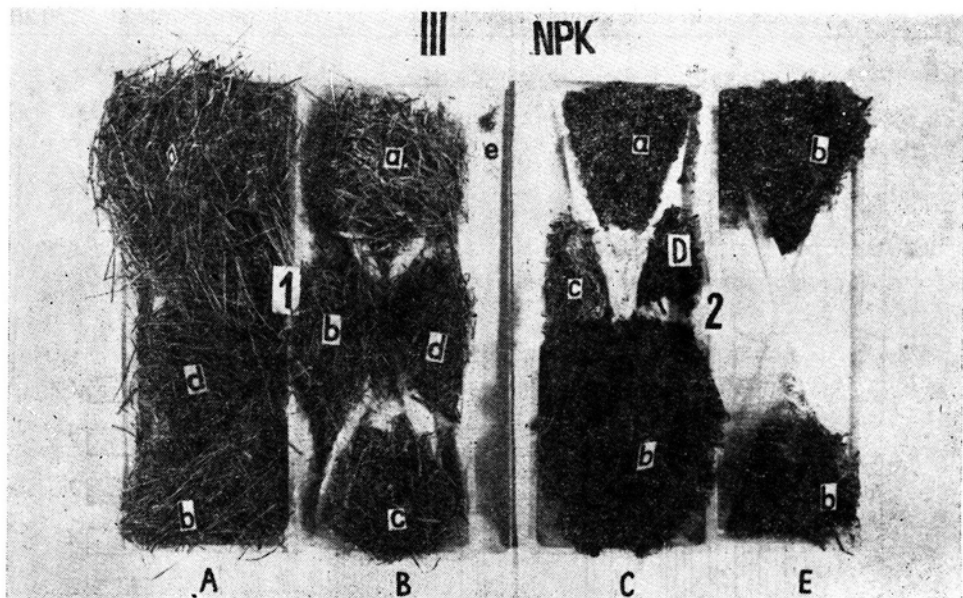
1 — szare, 2 — brunatne, 3 — żółte, 4 — zielone, 5 — plon rolniczy, 6 — węzły krzewienia, 7 — rozłogi i kłącza, 8 — korzenie

Fig. 1. Net biomass production on permanent meadow in Jaktorów, g/m² in the period 1974-1975

1 — grey, 2 — brown, 3 — yellow, 4 — green, 5 — yield, 6 — tiller nodes, 7 — runners and rhizomes, 8 — roots

łożonych, brązowych oraz żółtych. Masa roślinna stanowiąca plon rolniczy (ścięta powyżej 5 cm) wynosiła mniej niż połowę ogólnej ilości masy nadziemnej.

W próbkach z łąki nie nawożonej, przy ogólnie znacznie mniejszej ilości masy nadziemnej, plon rolniczy stanowił znikomy procent całej biomasy netto (rys. 1-5).



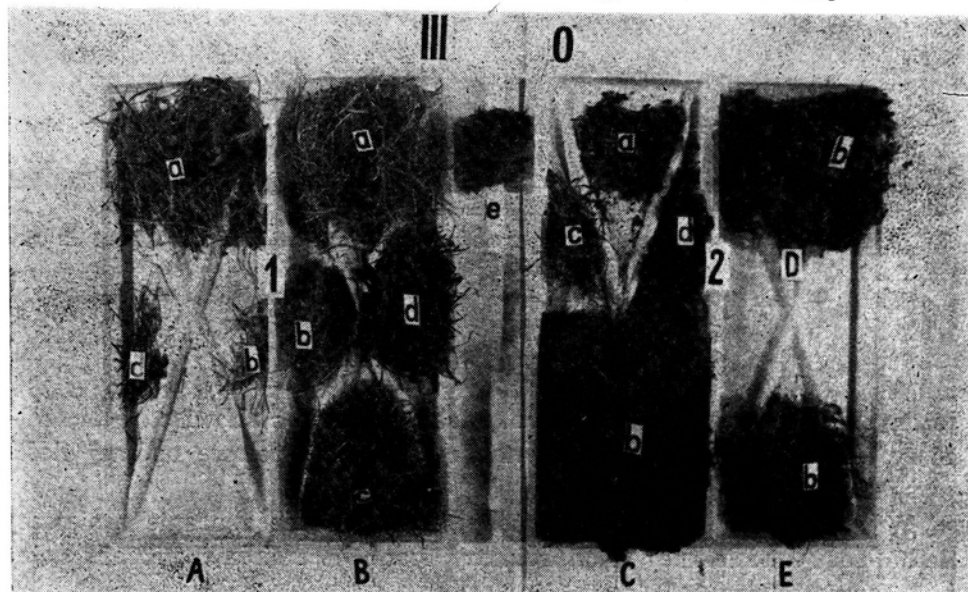
Rys. 2. Biomasa netto łąki trwałej z powierzchni $0,1 \text{ m}^2$, III termin pobrania próbek w 1973 r. z poletek nawożonych NPK

1. Masa nadziemna, A — powyżej 5 cm (plon rolniczy), B — od 0 do 5 cm („ścierną”); a — zielone, b — żółte, c — brunatne, d — szare, e — mech; 2. Masa podziemna, C — do głębokości 5 cm (darń); a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, d — kłącza.

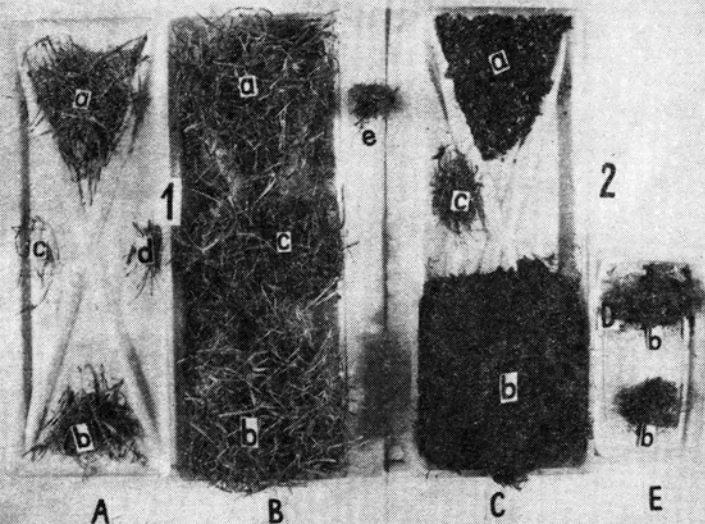
E-b — u góry: korzenie od 5 do 15 cm głęb., na dole: od 15 do 50 cm

Fig. 2. Net biomass on permanent meadow, surface area $0,1 \text{ m}^2$ at 3rd sampling date in 1973 from plots fertilized with NPK

1. Above-ground mass, A — more than 5 cm above ground (crop), B — 0-5 cm above ground (stubble); a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Under-ground mass, C — to 5 cm depth (sward), a — tiller nodes, b — root, c — runners, d — rhizomes. E-b — above: roots 5-15 cm deep, below: 15-50 cm deep



IV NPK



Rys. 4. Biomasa netto łąki trwałej z powierzchni 0,1 m², IV termin pobrania próbek w 1973 r. z poletek nawożonych NPK

1. Masa nadziemna, A — powyżej 5 cm (plon rolniczy), B — od 0 do 5 cm („ściernie”); a — zielone, b — żółte, c — brązowe, d — szare, e — mech; 2. Masa podziemna, C — do głęb. 5 cm (darń), a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, D-b — korzenie od 5 do 15 cm, E-b — od 15-50 cm

Fig. 4. Net biomass on permanent meadow surface area 0.1 m² 4th sampling date in 1973 from plots fertilized with NPK

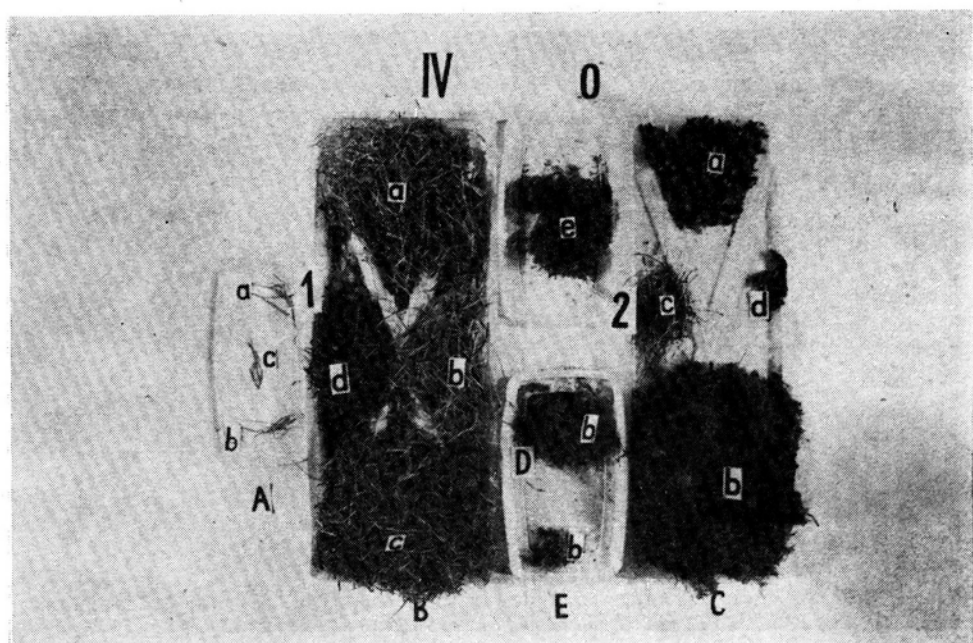
1. Above-ground mass, A — above 5 cm (crop), B — 0-5 cm (stubble), a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Underground mass, C — to 5 cm depth (sward), a — tiller nodes, b — roots, c — runners; D-b — roots 5-15 cm deep; E-b — 15-50 cm deep

Rys. 3. Biomasa netto łąki trwałej z powierzchni 0,1 m², III termin pobrania próbek w 1973 r. z poletek nie nawożonych „0”

1. Masa nadziemna, A — powyżej 5 cm (plon rolniczy), B — od 0 do 5 cm („ściernie”); a — zielone, b — żółte, c — brązowe, d — szare, e — mech; 2. Masa podziemna, C — do głęb. 5 cm (darń), a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, d — kłącza. D-b — korzenie od 5 do 15 cm głęb., E-b — od 15 do 50 cm

Fig. 3. Net biomass on permanent meadow, surface area 0.1 m², 3rd sampling date in 1973 from plots not fertilized „0”

1. Above-ground mass, A — above 5 cm (crop), B — 0-5 cm above ground (stubble); a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Underground mass, C — to 5 cm depth (sward), a — tiller nodes, b — roots, c — runners, d — rhizomes; D-b — roots, 5-15 cm deep; E-b — 15-50 cm deep



Rys. 5. Biomasa netto łąki trwałej z powierzchni 0,1 m², IV termin pobrania próbek w 1973 r. z poletek nie nawożonych „0”

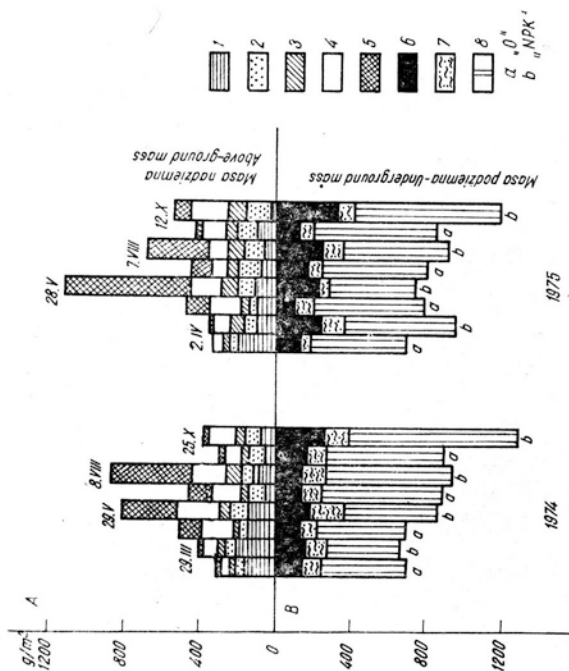
1. Masa nadziemna. A — powyżej 5 cm, B — od 0-5 cm („ścierń”); a — zielone, b — żółte, c — brunatne, d — szarę, e — mech; 2. Masa podziemna, C — od 0 do 5 cm (darń), a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, d — kłacza, D-b — korzenie od 5 do 15 cm, E-b — od 15 do 50 cm

Fig. 5. Net biomass on permanent meadow, surface area 0.1 m²; 4th sampling date in 1973 from infertilized plots „0”

1. Above-ground mass. A — above 5 cm, B — 0-5 cm (stubble); a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Underground mass, C — 0-5 cm (sward), a — tiller nodes, b — roots, c — runners, d — rhizomes; D-b — roots 5-15 cm deep; E-b — 15-50 cm deep

Łąka nowo założona

W 1975 r. na poletkach nawożonych procentowy stosunek masy nadziemnej do ogólnej ilości biomasy kształtował się podobnie jak na łące trwałej. Mniej było liści szarych i żółtych. Natomiast na poletkach nie nawożonych masa nadziemna roślin była bardziej upośledzona niż na łące trwałej. Plon rolniczy stanowił nikły procent, liście miały końce brązowe, sztywne (rys. 6-14).



Rys. 6. Produktivność biomasy netto łąki nowo założonej w Jaktorowie, w g/m² w latach 1974-1975

1 — szare; 2 — brunatne; 3 — żółte; 4 — zielone; 5 — plon rolniczy; 6 — węzły krzewienia; 7 — rozłogi i kłącza; 8 — korzenie; a — „0”, b — „NPK”

Fig. 6. Production of net biomass on newly set up meadow in Jaktorów, g/m², in period 1974-1975

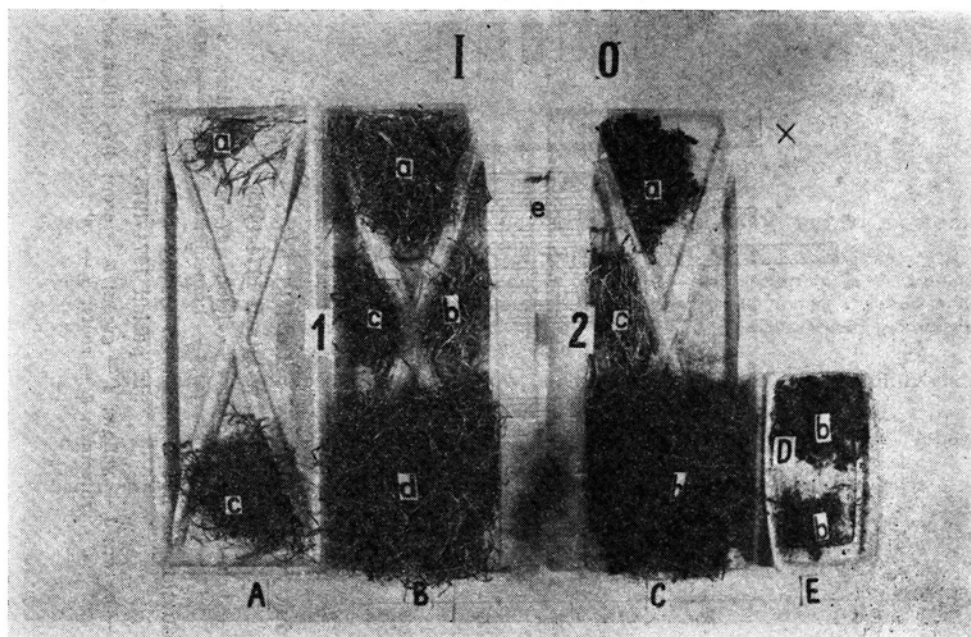
1 — grey; 2 — brown; 3 — yellow; 4 — green; 5 — crop; 6 — tiller nodes; 7 — runners and rhizomes; 8 — roots; a — „0”, b — „NPK”

Rys. 8. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. $0,1 \text{ m}^2$, (1973 r.) I termin pobrania próbek z poletek nawożonych „NPK”

1. Masa nadziemna, A — powyżej 5 cm, B — od 0-5 cm („ściern”); a — zielone, b — żółte, c — brunatne, d — szare, e — mech; 2. Masa podziemna, C — od 0 do 5 cm (darń), a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, D-b — korzenie od 5 do 15 cm, E-b — korzenie od 15 do 50 cm

Fig. 8. Net biomass on newly set up meadow, surface area 0.1 m^2 1st date of sampling in 1973 from plots fertilized with NPK

1. Above-ground mass, A — above 5 cm, B — 0-5 cm (stubble); a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Underground mass, C — 0-5 cm deep (sward), a — tiller nodes b — roots, c — runners; D-b — roots 5-15 cm deep, E-b — 15-50 cm deep

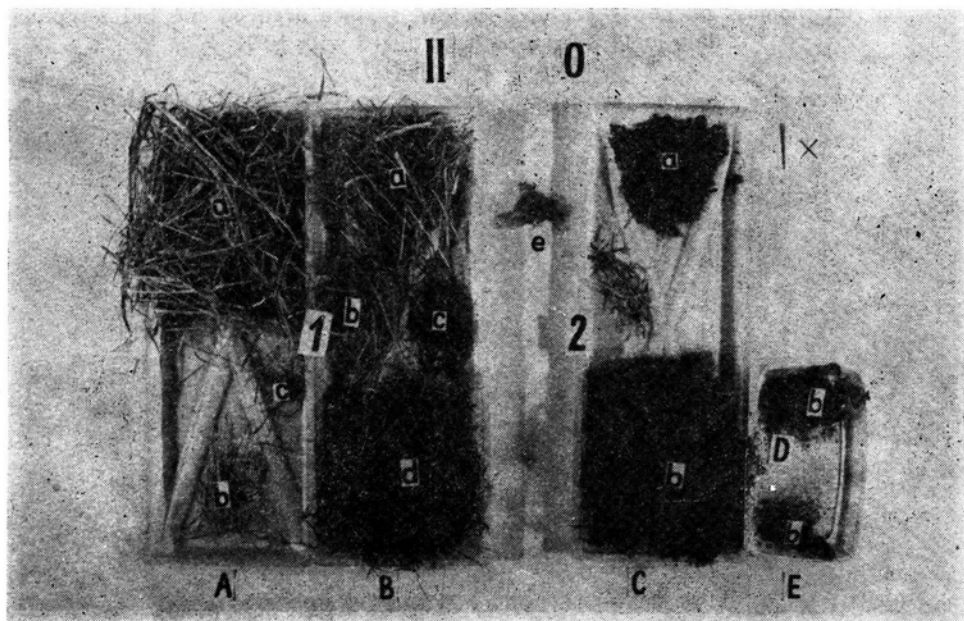
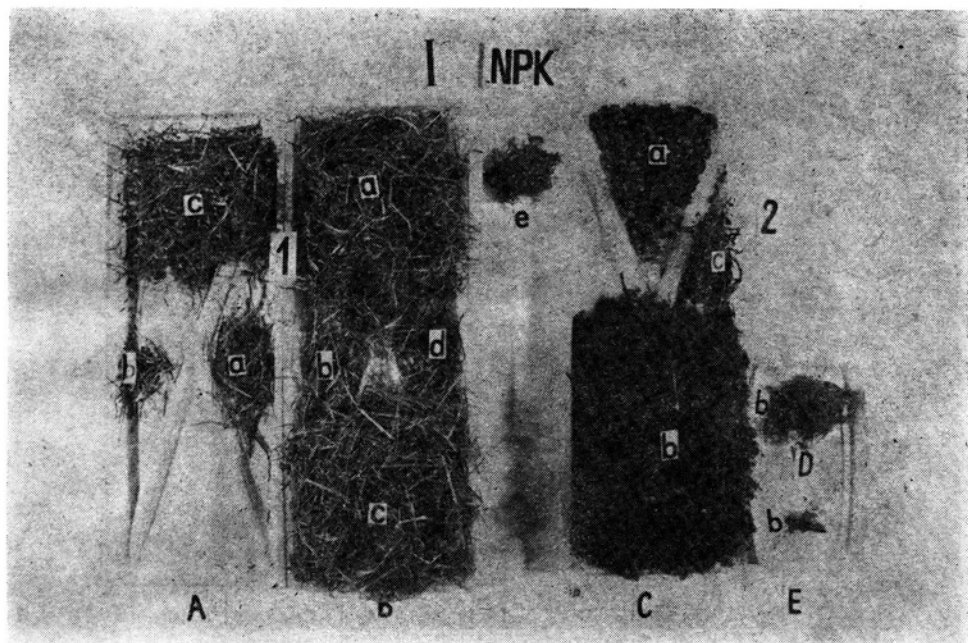


Rys. 7. Biomasa netto łąki nowo założonej w Jaktorowie, z pow. $0,1 \text{ m}^2$, (1973 r. — trzeci po zasiewie), I termin pobrania próbek z poletek nie nawożonych „0”

1. Masa nadziemna, A — powyżej 5 cm, B — od 0-5 cm; a — zielone, b — żółte, c — brunatne, d — szare, e — mech; 2. Masa podziemna, C — od 0-5 cm (darń), a — węzły krzewienia, b — korzenie, c — rozłogi, D-b — korzenie od 5 do 15 cm, E-b — korzenie od 15 do 50 cm

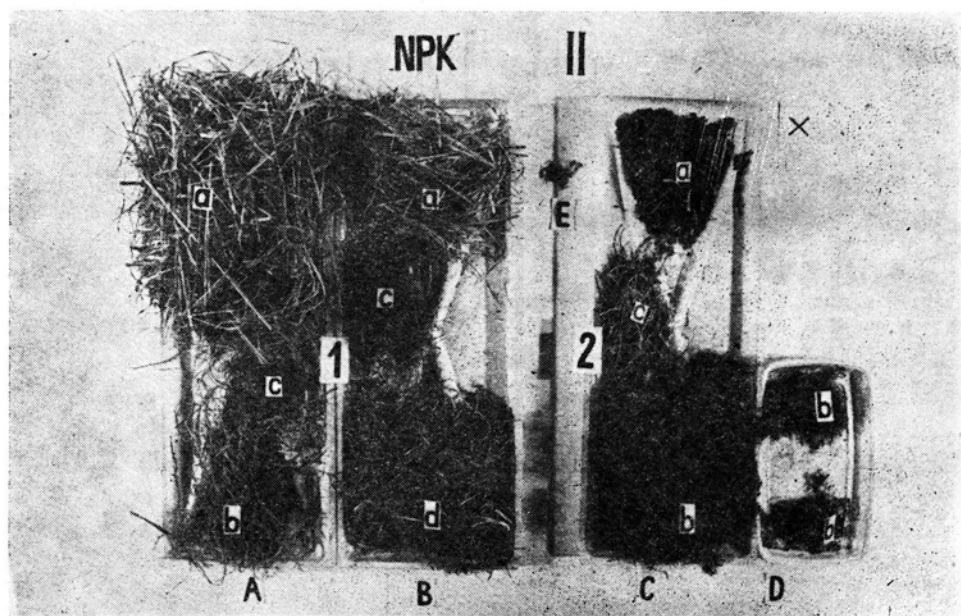
Fig. 7. Net biomass on newly set up meadow in Jaktorów, surface area 0.1 m^2 , 1973, 3rd year after seedling. 1st date of sampling from unfertilized plot “0”

1. Above-ground mass, A — above 5 cm, B — 0-5 cm; a — green, b — yellow, c — brown, d — grey, e — moss; 2. Underground mass, C — 0-5 cm deep (sward), a — tiller nodes, b — roots, c — runners, D-b — roots 5-15 cm deep; E-b — 15-50 cm deep



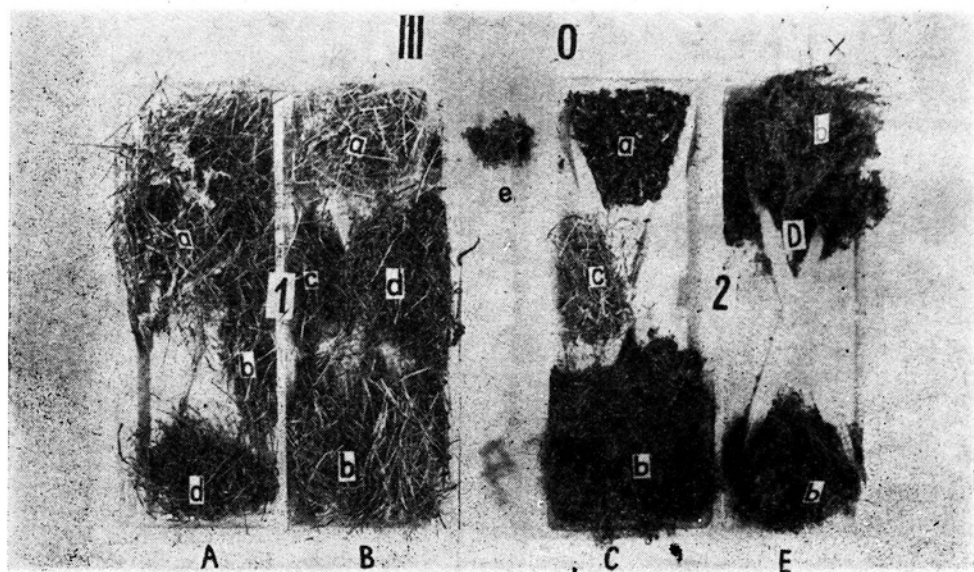
Rys. 9. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. 0,1 m² (1973 r.) II termin pobrania próbek z poletok nie nawożonych „0”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 9. Net biomass on newly set up meadow, surface area 0.1 m², 2nd sampling date in 1973 from unfertilized plots „0”
(notations as in Fig. 8)



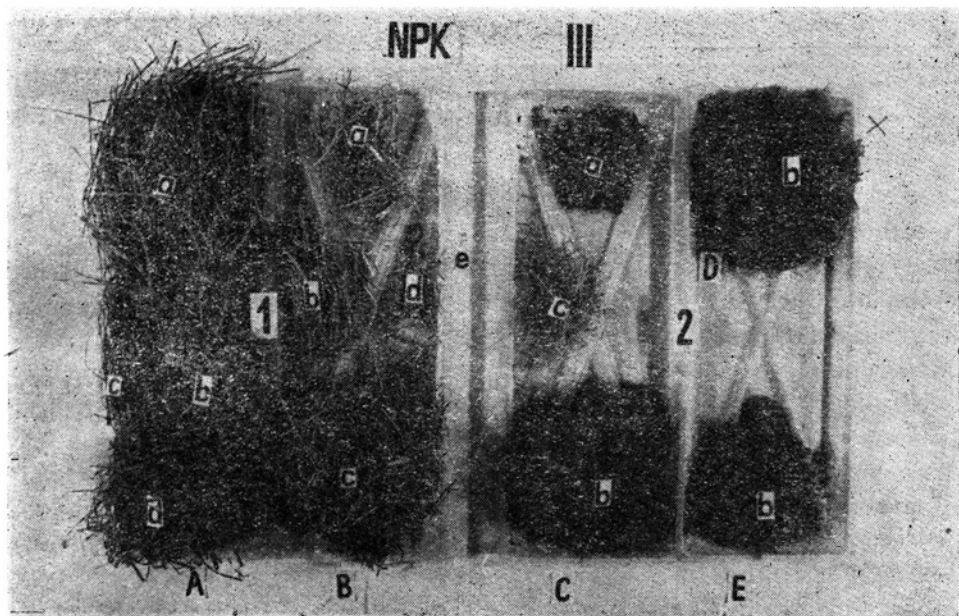
Rys. 10. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. $0,1 \text{ m}^2$ (1973 r.) II termin pobrania próbek z poletek nawożonych „NPK”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 10. Net biomass on newly set up meadow, surface area 0.1 m^2 2nd sampling date in 1973 from plots fertilized with NPK
(notations as in Fig. 8)



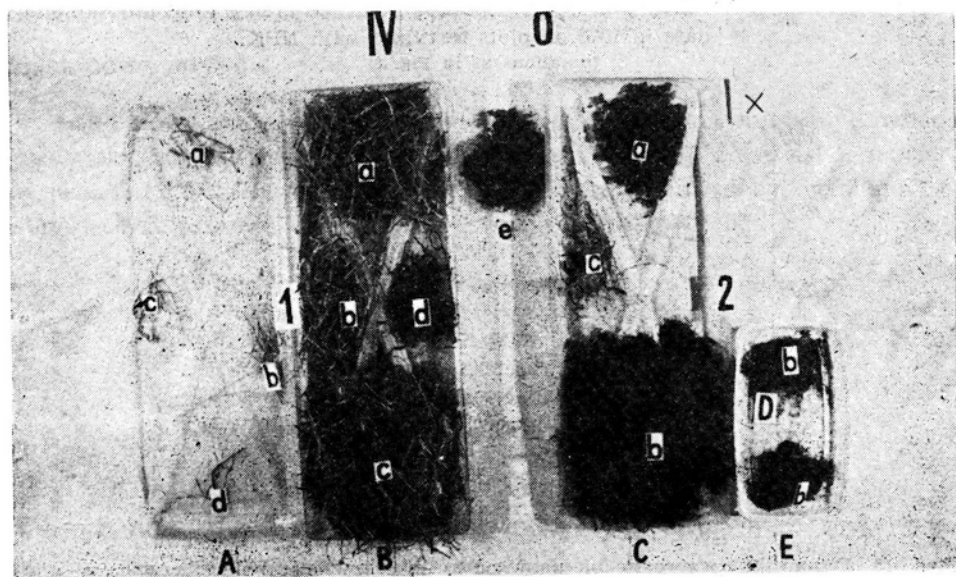
Rys. 11. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. $0,1 \text{ m}^2$ (1973 r.) III termin pobrania próbek z poletek nie nawożonych „0”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 11. Net biomass on newly established meadow surface area 0.1 m^2 3rd sampling date in 1973 from plots unfertilized „0”
(notations as in Fig. 8)



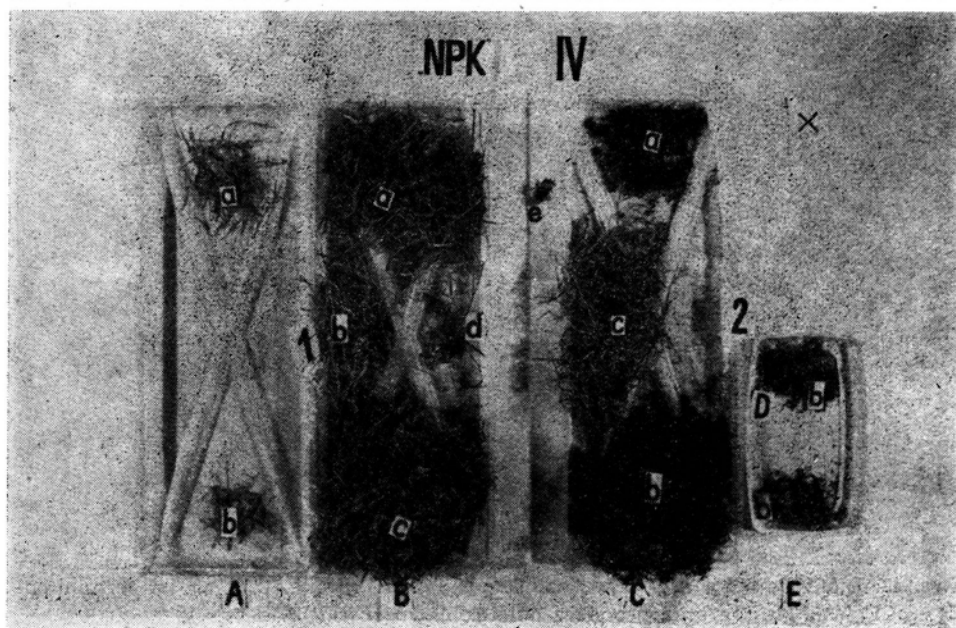
Rys. 12. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. $0,1 \text{ m}^2$ (1973 r.) III termin pobrania próbek z poletek nawożonych „NPK”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 12. Net biomass on newly set up meadow, surface area 0.1 m^2 , 3rd sampling date in 1973 from plots fertilized with NPK
(notations as in Fig. 8)



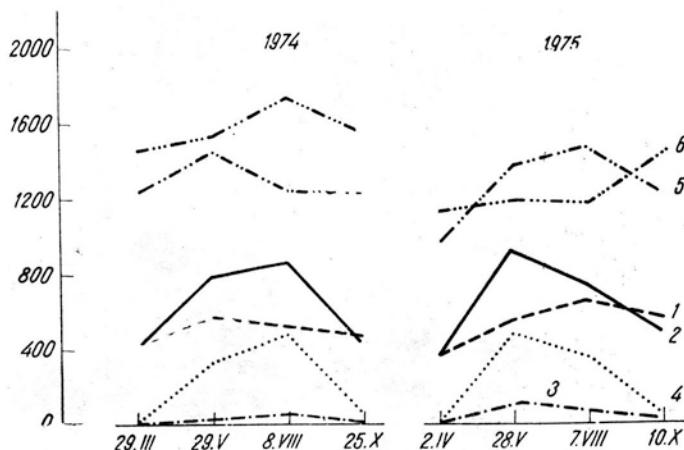
Rys. 13. Biomasa netto łąki nowo założonej, z pow. $0,1 \text{ m}^2$ (1973 r.) IV termin pobrania próbek z poletek nie nawożonych „0”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 13. Net biomass on newly set up meadow, surface area 0.1 m^2 , 4th sampling date in 1973, on unfertilized plots „0”
(notations as in Fig. 8)



Rys. 14. Biomasa netto łąki nowo założonej z pow. 0.1 m^2 (1973 r.) IV termin pobrania próbek z poletek nawożonych „NPK”
(objaśnienia jak na rys. 8)

Fig. 14. Net biomass from newly set up meadow, surface area 0.1 m^2 4th sampling date in 1973 on plots fertilized with NPK
(notations as in Fig. 8)



Rys. 15. Dynamika przyrostu biomasy netto łąki trwałej w Jaktorowie, w g/m^2 , w latach 1974-1975

1 — masa nadziemna „0” — (ogółem); 2 — masa nadziemna „NPK” (ogółem); 3 — plon rolniczy „0”; 4 — plon rolniczy „NPK”; 5 — masa podziemna „0”; 6 — masa podziemna „NPK”

Fig. 15. Dynamics of biomass net increment on permanent meadow in Jaktorów, g/m^2 in period 1974-1975

1 — above-ground mass „0” (total); 2 — above ground mass „NPK” (total); 3 — crop „0”; 4 — crop „NPK”; 5 — underground mass „0”; 6 — underground mass „NPK”

Skład zbiorowisk roślinnych i plony w latach 1971-1975

Łąka trwała

Na poletkach nie nawożonych trawy wysokie stanowiły mały procent masy w sianie. Znacznie większy udział w masie siana miały trawy średnie i niskie, o małej wartości pastewnej, jak *Anthoxanthum odoratum* i *Avenastrum pubescens*. Z motylkowatych w niewielkich ilościach występowały *Lathyrus pratensis* i *Trifolium repens* oraz inne gatunki, których łączna zawartość (różna w poszczególnych latach) wynosiła od 2,2 do 8,0%. Duży procent w masie siana z łąk nie nawożonych stanowiły rośliny dwuliścienne, zaliczane do ziół-chwastów. W tej grupie roślin dominowała *Plantago lanceolata*, a w niektórych latach *Polygonum bistorta*. Na wszystkich poletkach nie nawożonych łąki trwałej występowały turzycowate z przewagą *Luzula campestris* i *Carex hirta*. Wysokość plonu na poletkach nie nawożonych była zależna od przebiegu warunków atmosferycznych w poszczególnych latach. W latach 1971-1975 uzyskiwano plon siana w granicach od 10,6 do 30 q/ha.

Wartość paszową plonu obniżał duży udział chwastów w sianie. W stosunku do najwyższej wartości (równającej się 8 punktów), wahała się ona w granicach 3,9 do 5,3 punktów (tab. 1, rys. 17).

Łąka nowo założona

Łąka nowa została założona wiosną 1971 roku, na miejscu dawnego pastwiska, znajdującego się w pobliżu łąki trwałej. Pastwisko zaorano w jesieni 1970 roku. Wiosną 1971 r., po doprowadzeniu gleby, wysiano następującą mieszankę nasion traw i roślin motylkowych:

1. <i>Dactylis glomerata</i> (Nakielska)	— 10%
2. <i>Phleum pratense</i> (Skrzeszowicka)	— 20%
3. <i>Festuca pratensis</i> (Puławska)	— 25%
4. <i>Lolium perenne</i> (Górczańska)	— 15%
5. <i>Poa pratensis</i> (Skrzeszowicka)	— 15%
6. <i>Trifolium hybridum</i> (Zorza)	— 15%
Razem	100%

Z uwagi na spodziewaną inwazję chwastów, w pierwszym roku po zasiewie łąki nie nawożono.

W dniu 30 lipca 1971 r. wykonano koszenie odchwaszczające. Pierwsze próbki do analizy botaniczno-wagowej pobrano 10 VIII 1971 r. Udział traw w tym czasie wynosił 62,4%, motylkowatych 20,3%, ziół-chwastów 17,2%. Zmiany w składzie florystycznym łąki nowo założonej w latach 1971-1975 przedstawiono w tabeli 2 oraz na rysunku 17.

Tabela 1 — Table 1

Listy florystyczne zbiorowisk roślinnych łąki trwałej w Jaktorowie, w latach 1971-1975
(Średni procent z 4 powtórzeń analizy botaniczno-wagowej siana z 1 pokosu)
Floristic lists of plant communities of permanent meadow in Jaktorow in the period 1971-1975
(Mean per cent from 4 replications of botanical and weight analysis of hay from first crop)

Gatunki roślin Plant species	1971			1972			1973			1974			1975		
	0	NPK		0	NPK		0	NPK		0	NPK		0	NPK	
<i>Festuca pratensis</i>	5,4	12,5		7,6	7,1		5,8	15,3		13,8	36,7		8,7	18,2	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,6	15,3		9,5	26,3			16,3			9,7				
<i>Phleum pratense</i>	1,1	5,3		0,5	9,4		5,0	8,5					0,4	3,5	
<i>Dactylis glomerata</i>		5,0			2,4			4,1		6,3	11,6		6,5	20,6	
<i>Arrhenatherum elatius</i>					0,4			4,6			1,5		14,8	15,3	
<i>Bromus inermis</i>													1,2		
<i>Agrostis alba</i>	0,1	0,4		1,4	1,0		1,6				0,6				
<i>Poa trivialis</i>	1,0	4,3		1,8	2,9		3,0	4,1		5,1	4,9		1,1	8,8	
<i>Poa pratensis</i>	1,6	2,7		2,0	3,3		1,6	3,4		6,4	5,3		2,0	0,9	
<i>Lolium perenne</i>				0,4	0,2										
<i>Festuca rubra</i>	5,3	4,9		3,4	2,5		2,5	+		8,7	4,6		8,3	3,2	
<i>Agropyron repens</i>											0,1		2,7		
<i>Cynosurus cristatus</i>	1,2	0,2		0,9											
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	5,4	5,2		8,9	2,1		23,7	9,3		12,4	12,7		13,0	11,6	
<i>Avenastrum pubescens</i>	2,7	6,3		9,3	5,3		14,5	16,4		6,0	2,1		1,1	0,4	
<i>Briza media</i>	2,7	0,2		1,2	0,1		4,1			3,6	+		7,6		
<i>Deschampsia caespitosa</i>	2,5	5,3		1,6	2,7					+					
<i>Trifolium pratense</i>	0,3	0,1		2,4	0,1		1,2	+			+		0,2	+	
<i>Trifolium repens</i>	1,3	0,2		0,2	0,2					0,2					
<i>Trifolium hybridum</i>							0,8								
<i>Medicago lupulina</i>	0,5	0,1		1,8	0,1					4,2			1,6	1,6	
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,0	0,2		1,6	1,6		1,6	0,7		+	0,1		0,3	0,3	
<i>Lotus corniculatus</i>	1,8			1,8			0,9			0,9					
<i>Vicia cracca</i>	0,1	1,4		0,2	0,1		0,1	0,1		0,3			0,1	0,2	
<i>Carex panicea</i>							0,1								
<i>Carex hirta</i>	3,3			0,2			0,5								

	1,9	0,1	1,2	0,1	0,2	0,4	0,9
<i>Carex fusca</i>							
<i>Luzula campestris</i>	21,4	6,0	12,3	3,3	2,2	4,1	1,6
<i>Plantago lanceolata</i>	15,1	11,3	8,2	4,1	7,4	6,4	10,8
<i>Polygonum bistorta</i>	5,1	0,5	1,6	0,4	8,2	1,7	3,7
<i>Ranunculus acer</i>	1,3	0,3	1,2		4,0	3,7	4,6
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	2,4	0,1	2,4	0,7	1,1	2,9	0,6
<i>Cerastium vulgatum</i>	2,6	3,9	9,7	16,7	1,7	2,0	0,5
<i>Rumex acetosa</i>	1,8	1,1	0,8	1,0	+	4,7	1,7
<i>Galium boreale</i>	2,7	1,0	0,4	1,0		2,6	0,3
<i>Sanquisorba officinalis</i>	1,2	2,7	1,7	1,3	0,3	1,5	3,4
<i>Leontodon autumnalis</i>	2,5	1,9	0,5	3,1		1,2	0,1
<i>Taraxacum officinale</i>	0,9	1,2	0,3	0,2	0,2	1,7	2,9
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,4	+	0,5	0,2	1,6	1,1	1,6
<i>Achillea millefolium</i>	+	+				0,3	2,8
<i>Stellaria graminea</i>						1,1	0,3
<i>Glechoma hederacea</i>						0,1	0,2
<i>Bellis perennis</i>						0,4	0,1
<i>Ranunculus flammula</i>						+	+
<i>Centaurea jacea</i>						0,1	0,1
<i>Pimpinella saxifraga</i>						+	+
<i>Equisetum palustre</i>						0,4	0,2
<i>Plantago maior</i>							
<i>Plantago media</i>							
<i>Geum rivale</i>							
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>							
<i>Veronica chamaedris</i>							
<i>Polygala vulgaris</i>							
<i>Inula britannica</i>							
<i>Ranunculus repens</i>							
<i>Saxifraga granulata</i>							
Razem — Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Plon siana w q/ha z 2 pokosów	23,0	68,0	19,4	80,0	29,0	10,6	30,0
Hay yield q/ha from two crops	4,2	5,1	4,8	5,6	3,9	4,9	5,3
Wartość paszowa siana w punktach							
Nutrient value of hay acc. to score							

Tabela 2 — Table 2

Listy florystyczne zbiorowisk roślinnych łąki nowo założonej w Jaktorowie w latach 1971-1975

(Sredni procent z 4 powtórzeń analizy botaniczno-wagowej siana z I pokosu)

Floristic lists of plant communities of newly set up meadow in Jaktorów in the period 1971-1975

(Mean per cent from 4 replications of botanical and weight analysis of hay from first crop)

Gatunki roślin	1971 ¹		1972		1973		1974		1975	
Plant species	0	0	NPK	0	NPK	0	NPK	0	NPK	
<i>Festuca pratensis</i>	10,1	11,6	4,2	5,7	11,6	11,0	5,4	6,8	11,6	
<i>Alopecurus pratensis</i>	1,5	0,2	0,4		1,0	0,2	3,2			
<i>Phleum pratense</i>	22,2	28,1	39,4	31,8	55,4	+	+	2,9	8,8	
<i>Dactylis glomerata</i>	4,7	4,8	5,2	4,0	7,2	50,7	73,8	37,2	62,3	
<i>Arrhenatherum elatius</i>							0,1			
<i>Agrostis alba</i>	+	0,6	1,0		4,2		1,5			
<i>Poa trivialis</i>	1,3	0,2	0,5	1,9	0,1		0,4	1,0	0,4	
<i>Poa pratensis</i>	2,4	1,3	2,0	4,4	6,2	6,6	5,7	10,0	3,5	
<i>Lolium perenne</i>	11,7	46,8	43,2	43,6	7,2	2,6	0,8	14,1	2,1	
<i>Festuca rubra</i>	1,5	0,6	2,0	4,8	2,8	7,7	2,7	9,9	3,3	
<i>Agropyron repens</i>	7,0	0,9	0,2	0,1	1,4		0,6		0,1	
<i>Bromus mollis</i>		0,1								
<i>Anthoxanthum odoratum</i>							+			
<i>Avenastrum pubescens</i>							0,1	0,1	+	
<i>Trifolium hybridum</i>	16,1	3,6	0,9	0,2	0,2					
<i>Trifolium repens</i>	3,5			0,1		0,3	+			
<i>Medicago lupulina</i>	0,7	0,2				0,9		0,7		
<i>Lotus corniculatus</i>					0,1	0,1				
<i>Trifolium pratense</i>								0,7	0,2	
<i>Carex hirta</i>	0,1			0,1						
<i>Luzula campestris</i>					+					
<i>Chenopodium album</i>	7,7									
<i>Polygonum hydropiper</i>	2,2									
<i>Taraxacum officinale</i>	1,2	0,3	0,5	1,5	0,9	14,5	4,8	13,0	5,9	
<i>Cirsium arvense</i>	1,6	0,4	0,3	0,4	0,4	2,0	0,7	1,0	1,4	
<i>Potentilla anserina</i>	1,4	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	
<i>Plantago media</i>	1,1	0,1								
<i>Leontodon autumnalis</i>	0,6									
<i>Sinapsis arvensis</i>	0,2									
<i>Stellaria media</i>	1,0									
<i>Mentha arvensis</i>	0,1									
<i>Capsella bursa pastoris</i>	0,1									
<i>Cerastium vulgatum</i>	+			1,0	0,5	0,9	0,1	0,7	+	
<i>Polygonum bistorta</i>				0,1	0,1					
<i>Polygala vulgaris</i>					0,1					
<i>Plantago lanceolata</i>					0,1	0,1		1,7		
<i>Plantago maior</i>					0,1					
<i>Ranunculus repens</i>					0,1			0,1		
<i>Ranunculus acer</i>						0,7	+	+	+	
<i>Achillea millefolium</i>					0,1	0,2		+	0,1	

<i>Equisetum palustre</i>						+			+
<i>Anthemis cotula</i>						0,7			
<i>Lychnis flos-cuculi</i>						0,6			+
<i>Glechoma hederacea</i>						+	+		
<i>Polygonum aviculare</i>									0,2
Razem — Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Plon pokosów w q/ha z 2 pokosów									
Hay yield, q/ha from two crops	11,0	27,0	92,0	30,0	80,0	11,7	46,8	23,0	74,0
Wartość paszowa siana w punktach									
Nutrient value of hay acc. to score	6,7	7,8	7,7	7,6	7,6	6,6	7,0	6,9	7,0

¹ Łąka zasiana wiosną 1971 r. w pierwszym roku użytkowania nie nawożona (wszystkie poletka).

Po prześledzeniu zmian florystycznych w okresie pięciu lat stwierdzono, że na łące trwałej w Jaktorowie zbiorowiska roślinne ukształtowały się głównie pod wpływem zasobności gleby w składniki pokarmowe. W tych samych warunkach wilgotnościowych inne gatunki roślin dominowały na poletkach „zerowych”, a inne na nawożonych. Na łące trwałej nie nawożonej od 1949 r. przeważały rośliny niskie z klasy dwuliściennych jak *Plantago lanceolata*. Natomiast trawy wysokie, jeśli nawet były, to w bardzo niskim procencie, słabo rozwinięte, nie wykształcały kwiatostanów. Plon rolniczy z tych łąk był zależny od warunków atmosferycznych i wynosił od 10,6 q/ha do 30 q/ha. Na skutek dużego udziału roślin o małej wartości paszowej siano było złej jakości. Na tej samej łące, ale systematycznie nawożonej od 1949 r., przeważały trawy wysokie. Przebieg warunków pogodowych zaznaczał się w dominowaniu różnych gatunków traw wysokich w poszczególnych latach. W 1971 r., 1972 i 1973 r. dominował *Alopecurus pratensis*, w roku 1974 (mniej korzystnym dla wzrostu roślinności łąkowej) wybiła się *Festuca pratensis*, która jako słabsza pod względem konkurencyjnym, ustępowała przy bujniejszym wzroście *Alopecurus pratensis*. W suchym 1975 r. dominowała *Dactylis glomerata*. Dość duża ilość chwastów, jak *Polygonum bistorta*, *Rumex acetosa*, *Heracleum sphondylium* oraz *Taraxacum officinalis* może świadczyć o zbyt niskich dawkach nawożenia NPK stosowanych od 1949 r. do 1972 r. Ukształtowane przez wiele lat zbiorowiska roślinne wykazywały dużą stabilność. Najniższy plon rolniczy, zarówno z poletek nawożonych NPK, jak i z nie nawożonych, zebrano w 1974 r.

Charakterystyczne zmiany zachodziły w kształtowaniu się zbiorowisk roślinnych na łące nowo założonej. W pierwszym roku po zasiewie największą masę stanowiły trawy szybko rozwijające się, jak *Phleum*

Tabela 3—Table 3

Procentowy udział ważniejszych gatunków roślin w sianie z łąk jaktorowskich w latach 1971-1975

(średnia z 4 powtórzeń na podstawie analizy botaniczno-wagowej)

Contribution of more important plant species of newly set up meadow in Jaktorów to hay (%), in the period 1971-1975

(Means of 4 replications on the basis of botanical and weight analysis)

Nawożenie Fertilization	Gatunek Species	1971	1972	1973	1974	1975
łąka trwała — permanent meadow						
0	<i>Festuca pratensis</i>	5,4	7,6	5,8	13,8	8,7
	<i>Alopecurus pratensis</i>	1,6	9,5			
	<i>Phleum pratense</i>	1,1	0,5	5,0		0,4
	<i>Dactylis glomerata</i>				6,3	6,5
	<i>Poa pratensis</i>	1,6	2,0	1,6	6,4	2,0
	<i>Festuca rubra</i>	5,3	3,4	2,5	8,7	8,3
	<i>Plantago lanceolata</i>	21,3	12,3	4,2	6,4	10,8
	<i>Taraxacum officinale</i>	2,5	1,7	0,3	1,7	1,6
NPK	<i>Festuca pratensis</i>	12,5	7,1	15,3	36,7	18,2
	<i>Alopecurus pratensis</i>	15,5	26,3	16,3	9,7	+
	<i>Phleum pratense</i>	5,3	9,4	8,5		3,5
	<i>Dactylis glomerata</i>	5,0	2,4	4,1	11,6	20,6
	<i>Poa pratensis</i>	2,7	3,3	3,4	5,3	0,9
	<i>Festuca rubra</i>	4,9	2,5	+	4,6	3,2
	<i>Plantago lanceolata</i>	6,0	3,3	0,1	+	0,8
	<i>Taraxacum officinale</i>	2,7	1,3	0,3	2,9	2,8
łąka nowo założona — newly established meadow						
0	<i>Festuca pratensis</i>	10,1	11,6	5,7	11,0	6,8
	<i>Phleum pratense</i>	22,2	28,1	31,8		2,9
	<i>Dactylis glomerata</i>	4,7	4,8	4,0	50,7	37,2
	<i>Lolium perenne</i>	11,7	46,8	43,6	2,6	14,1
	<i>Poa pratensis</i>	2,4	1,3	4,4	6,6	10,0
	<i>Festuca rubra</i>	1,5	0,6	4,8	7,7	9,9
	<i>Chenopodium album</i>	7,7				
	<i>Cirsium arvense</i>	1,6	0,4		2,0	1,0
	<i>Plantago lanceolata</i>				0,1	1,7
	<i>Taraxacum officinale</i>	1,2	0,3	1,5	14,5	13,0
NPK	<i>Festuca pratensis</i>	10,1	4,2	11,6	5,4	11,6
	<i>Alopecurus pratensis</i>		0,1	1,0	3,2	
	<i>Phleum pratense</i>	22,2	39,1	55,4		8,8
	<i>Dactylis glomerata</i>	4,7	5,2	7,2	73,8	62,3
	<i>Lolium perenne</i>	11,7	43,2	7,2	0,8	2,1
	<i>Poa pratensis</i>	2,4	2,0	6,2	5,7	3,5
	<i>Festuca rubra</i>	1,5	2,0	2,8	2,7	3,3
	<i>Plantago lanceolata</i>			0,1		
	<i>Taraxacum officinale</i>	1,2	0,5	0,9	4,8	5,9
	<i>Chenopodium album</i>	7,7				
	<i>Cirsium arvense</i>	1,6	0,3	0,4	0,7	1,4

pratense i *Lolium perenne* oraz *Trifolium hybridum*. W drugim roku na poletkach nie nawożonych koniczyna zmniejszyła swój udział do 3,6%, a na nawożonych do 0,9%. W roku 1973 pozostały już tylko ślady tego gatunku, a w następnych latach w ogóle nie było go w runi. Również zmniejszał się udział *Phleum pratense*. *Lolium perenne* w drugim roku po zasiewie dominowała na wszystkich poletkach, a w latach następnych tylko na poletkach nie nawożonych. Natomiast *Dactylis glomerata*, która w pierwszych latach rozwijała się bardzo powoli i w masie siana zajmowała zaledwie kilka procent, od 1974 r. była gatunkiem dominującym na wszystkich poletkach (tab. 2 i 3).

W ciągu pierwszych 3 lat na łące zasianej w 1971 r. obserwowano ciągle przekształcanie się zbiorowisk roślinnych. Na poletkach nawożonych zwiększała się ilość traw wysokich, a na nie nawożonych dominowały trawy niskie oraz zioła-chwasty, jak mniszek lekarski. W czwartym i piątym roku po zasianiu, na poletkach nawożonych zbiorowisko roślinne w zasadzie było już ustabilizowane. Przy porównaniu poletek nie nawożonych łąki trwałej i nowo założonej widać było wyraźne różnice. W tych samych warunkach glebowych i uwilgotnienia na poletkach nie nawożonych łąki nowo założonej roślinność była „zabiedzona”, trawy miały liście drobne z brązowymi końcami. Na powierzchni poletek więcej było miejsc pustych niż na nie nawożonej łące trwałej. Po pięciu latach użytkowania bez nawożenia łąka nowo założona wykazywała więcej cech degradacji niż łąka trwała, której poletka „0” nie były nawożone od 1949 roku. Na łące wieloletniej nie nawożonej zbiorowisko roślinne utrzymywało się dzięki nagromadzeniu w glebie niewielkich ilości składników pokarmowych w postaci obumarłych korzeni oraz pozostałych po skoszeniu nadziemnych części roślin, tworzących własny „magazyn biologiczny”. Natomiast na łące nowo założonej jedynie w pierwszym i drugim roku po zasianiu roślinność korzystała jeszcze ze składników pokarmowych z rozkładającej się darni, po zaoraniu dawnego pastwiska. W następnych latach składniki z gleby zostały wyczerpane, a własnych „zapasów” rośliny jeszcze nie nagromadziły. W tych warunkach bez uzupełnienia składników pokarmowych przez nawożenie nastąpiła szybka degradacja roślinności łąkowej.

OMÓWIENIE WYNIKÓW Z LAT 1971-1975

Produktywność i dynamika przyrostu biomasy netto w okresie wegetacji (określana na podstawie ciężaru suchej masy nadziemnej i podziemnej) różnie się kształtowała w poszczególnych terminach i latach. Jednakże kierunek dynamiki przyrostu masy nadziemnej na poletkach nawożonych, jak i na „zerowych” był prawie jednakowy.

Tabela 4

Procentowy udział poszczególnych grup roślin w sianie z łąk jaktorowskich,
Contribution of particular plant groups to hay from Jaktorów meadows (%)

		Trawy — Grasses			
Nawożenie Fertilization	Rok Year	ogółem total	dobre i b. dobrze good	małej wartości of little value	bezwar- tościowe of no value
łąka trwała —					
0	1971	30,6	16,1	12,0	2,5
	1972	48,5	26,6	20,3	1,6
	1973	61,8	19,5	42,3	
	1974	62,3	40,3	22,0	+
	1975	59,8	45,7	14,1	
NPK	1971	67,6	50,4	11,9	5,3
	1972	65,7	55,5	7,5	2,7
	1973	81,3	54,2	27,1	
	1974	89,8	75,0	14,8	
	1975	82,5	70,5	12,0	
łąka nowo założona —					
0	1971	62,4	62,4		
	1972	95,2	95,1	0,1	
	1973	96,3	96,3		
	1974	78,9	78,8	0,1	
	1975	82,0	81,9	0,1	
NPK	1971	62,4	62,4		
	1972	98,0	98,0		
	1973	97,1	97,1		
	1974	94,2	94,2		
	1975	92,1	92,1		

Łąka trwała

W zależności od przebiegu warunków atmosferycznych, w jednych latach najwięcej masy zielonej było na przełomie maja i czerwca, w innych — w sierpniu. W latach 1971, 1973 i 1975 na poletkach nawożonych łąki trwałej, najwięcej masy nadziemnej uzyskiwano na przełomie maja i czerwca (I pokos rolniczy). Natomiast w latach 1972 i 1974 wyższy plon masy zielonej był w sierpniu (II pokos rolniczy).

Na poletkach nie nawożonych linia dynamiki przyrostu masy przebiegała podobnie, choć tam różnice w ilości masy nadziemnej poszczególnych pokosów były mniejsze (rys. 16).

Dynamika przyrostu korzeni była bardziej zróżnicowana. Na polet-

— Table 4

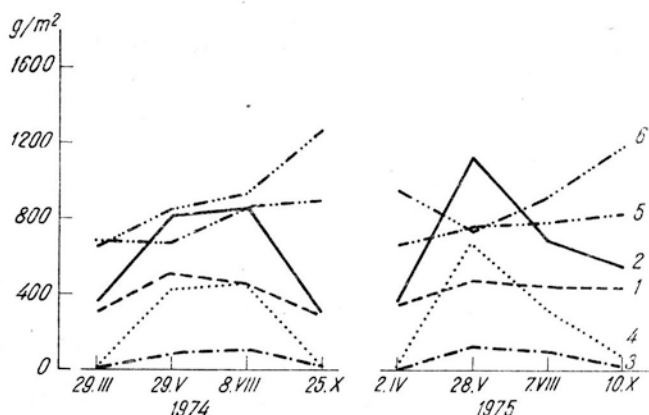
w latach 1971-1975 (na podstawie analizy botaniczno-wagowej)
in the period 1971-1975 (on the basis of botanical and weight analysis)

Motylko- wate <i>Papilionaceae</i>	Tutrzyco- wate <i>Cyperaceae</i>	Ziola- chwasty Sedges	Gatunki dominujące — Dominant species	
			trawy grasses	chwasty weeds
permanent meadow				
5,0	5,2	59,2	<i>Festuca rubra</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
8,0	1,4	42,1	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
4,6	0,8	32,8	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
5,6	4,5	27,6	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
2,2	2,5	35,5	<i>Arrhenatherum elatius</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
2,0	0,1	30,3	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Polygonum bistorta</i>
2,1	0,1	32,1	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Rumex acetosa</i>
0,8		17,9	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Polygonum bistorta</i>
0,1	+	10,1	<i>Festuca pratensis</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
2,1		15,4	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Heracleum sphondylium</i>
newly established meadow				
20,3	0,1	17,2	<i>Phleum pratense</i>	<i>Chenopodium album</i>
3,8		1,0	<i>Phleum pratense</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
0,3	0,1	3,3	<i>Lolium perenne</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
1,3		19,8	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
1,4		16,6	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
20,3	0,1	17,2	<i>Phleum pratense</i>	<i>Chenopodium album</i>
0,9		1,1	<i>Lolium perenne</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
0,3	+	2,6	<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Polygonum bistorta</i>
+		5,8	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Taraxacum officinale</i>
0,2		7,7	<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Taraxacum officinale</i>

kach nie nawożonych w latach 1971, 1972 oraz 1975 najwięcej masy korzeniowej stwierdzono w sierpniu, w 1973 r. na końcu października, a w 1974 r. w ostatnich dniach maja.

Na polstkach nawożonych w latach 1972, 1973 i 1974 miesiącem o najwyższym w przyroście masy podziemnej był sierpień, a w 1971 i 1975 r. październik (rys. 16).

Na większy przyrost masy podziemnej w końcu okresu wegetacji w tych latach zapewne wpłynęły bardzo korzystne warunki wegetacji roślin w okresie długiej i ciepłej jesieni, natomiast zima i późna wiosna oraz suche lato nie sprzyjały intensywnemu rozwojowi masy korzeniowej roślin.



Rys. 16. Dynamika przyrostu biomasy netto łąki nowo założonej w Jaktorowie, w latach 1974-1975
(objaśnienia jak na rys. 15)

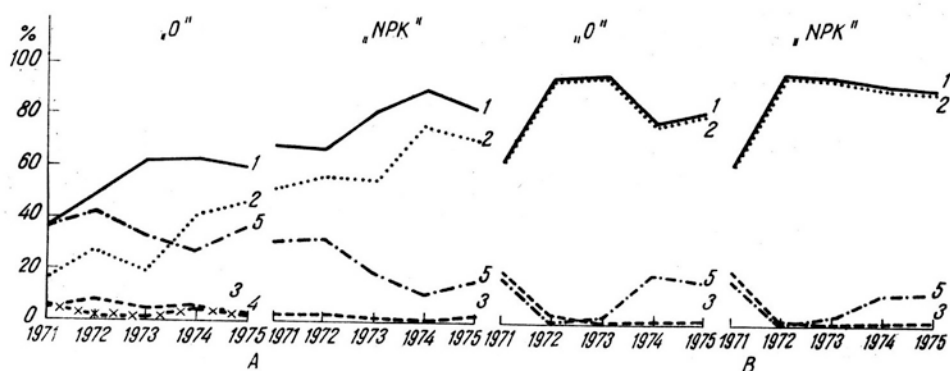
Fig. 16. Dynamics of biomass net increment on newly set meadow in Jaktorów, in period 1974-1975
(notations as in Fig. 15)

Łąka nowo założona

Na łące świeżo zasianej dynamika przyrostu masy nadziemnej kształtowała się nieco inaczej niż na łące trwałej. W latach 1972 i 1973 na poletkach nawożonych największą ilość masy nadziemnej uzyskano na przełomie maja i czerwca, a w 1975 r. nieco więcej było jej w sierpniu. Natomiast na poletkach nie nawożonych we wszystkich latach najwyższą wartość ogółu masy nadziemnej stwierdzono na przełomie maja i czerwca. W pierwszych latach po zasiewie (1972 i 1973 r.) nie było jeszcze tak dużej różnicy w przyroście masy nadziemnej na poletkach nawożonych i zerowych. Dopiero od 1974 r. na poletkach nie nawożonych dynamika przyrostu masy nadziemnej w ciągu okresu wegetacji była nieco zróżnicowana.

Przyrost masy podziemnej na łące nowo założonej był znacznie słabszy niż nadziemnej. Dopiero w drugim okresie wegetacji (1972 r.) ogólny kierunek przyrostu masy korzeniowej był już zbliżony do łąki trwałej. W latach 1973, 1974 i 1975 stwierdzono znaczny przyrost masy korzeniowej w końcu października. W ostatnim roku badań — 1975, na poletkach nie nawożonych łąki nowo założonej, dynamika przyrostu masy korzeniowej znacznie osłabła. Różnice w ilości masy podziemnej w poszczególnych terminach były stosunkowo niewielkie (rys. 17).

Porównując wyniki pięcioletnich badań można stwierdzić, że w latach najbardziej zbliżonych do normalnych pod względem przebiegu warun-



Rys. 17. Procentowy udział poszczególnych grup roślin w sianie z łąk jaktorowskich, w latach 1971-1975

1 — trawy ogółem; 2 — trawy bardzo dobre i dobre; 3 — motylkowate; 4 — turzycowate; 5 — ziola-chwasty

Fig. 17. Contribution of particular plant groups in hay from Jaktorów meadows (%) in period 1971-1975

1 — grasses; 2 — grasses good and very good; 3 — Papilionaceae; 4 — Cyperaceae; 5 — weeds

ków meteorologicznych, jak 1972 i 1973 r., nawożenie NPK w umiarkowanej dawce (w Jaktorowie 214 kg NPK na 1 ha do 1972 r.) działało stymulująco na rozwój masy podziemnej roślin. Natomiast po zwiększeniu dawki nawożenia (do 341 kg/ha NPK w 1973 r.) zaznaczyło się zmniejszanie ilości masy korzeniowej na poletkach nawożonych. Szczególnie wyraźnie zaznaczył się niekorzystny wpływ nawożenia wyższą dawką NPK w połowie sierpnia, kiedy to na poletkach nawożonych było mniej masy podziemnej niż na nie nawożonych, co zostało przedstawione w pracach wcześniej opublikowanych (Tołwińska 1975, 1977).

W badaniach mikroflory glebowej wykonanych na tych samych poletkach Kulińska, Romanow i in. (1977) również stwierdzili zahamowanie rozwoju bakterii i grzybów glebowych w pierwszym roku zastosowania wyższej dawki nawożenia NPK.

Obliczenia statystyczne wykonane metodą wielokierunkowej analizy wariancji (porównania wyników z lat 1972 i 1973) wykazały bardzo istotny niekorzystny wpływ nawożenia wyższą dawką NPK na rozwój masy korzeniowej w 1973 r. Natomiast porównanie wyników badań z lat 1974 i 1975 z 1972 r. nie potwierdziły tej zależności. Wpływ wyższej dawki nawożenia na osłabienie rozwoju masy korzeniowej w latach 1974 oraz 1975 w porównaniu z 1972 r. okazał się nieistotny.

Wydaje się, że główną przyczyną korzystnego wpływu nawożenia wyższą dawką NPK w ostatnich latach doświadczenia były warunki podczas zimy, późna wiosna i suche lato oraz obfite i długotrwałe opady

deszczu w jesieni i na początku zimy w 1974 r. Deszcze wymyły z gleby składniki pokarmowe i tylko przy nawożeniu wyższą dawką NPK rośliny miały dostateczną ilość składników pokarmowych do swego wzrostu i rozwoju. Ogólnie mniejszą ilość masy podziemnej w 1974 r. niż w 1973 mogło spowodować również to, że prawie przez całą zimę 1973-1974 r. gleba nie była zamrożona. Prawdopodobnie martwe korzenie roślin zostały przez bakterie i grzyby rozłożone w większym stopniu niż w poprzednich latach. Również zaznaczyło się to w badaniach Kulińskiej i in. (1977) oraz Czerwńskiego i Pracza (1977), którzy w następstwie łagodnej zimy stwierdzili większą niż w poprzednich latach zawartość próchnicy w glebie omawianych łąk. Podobne wyniki uzyskał Miroszewski (1973). Również w 1975 r. wyższa dawka nawożenia wpłynęła raczej korzystnie na przyrost masy podziemnej badanych łąk. Wydaje się, że ogólnie niższy plon masy podziemnej, jak i nadziemnej w 1975 roku był wynikiem długotrwałych deszczów w jesieni 1974 r. oraz niekorzystnego dla wzrostu roślin przebiegu pogody w 1975 r. Mniejsza w 1975 r. ilość masy podziemnej na wszystkich poletkach niż w 1973 r. mogła być także wynikiem drugiej z kolei bezmroźnej zimy, podczas której nastąpił szybszy rozkład martwej części korzeni.

Pośredni wpływ nawożenia na zmiany w ilości masy korzeniowej w poszczególnych latach również mogły mieć zmiany w składzie florystycznym badanych zbiorowisk łąkowych, przedstawione w tabelach 1-4. Przy wysokich dawkach NPK łatwiej utrzymywały się rośliny o słabszym systemie korzeniowym, jak np. trawy wysokie, które zacięniały i upośledzały wzrost roślin dwuliściennych nawet o silnie wykształconych korzeniach.

WNIOSKI

Na podstawie przedstawionych wyników badań można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Na trwałej łące, przy średnim poziomie nawożenia, masa nadziemna roślin wynosi około 25-30% całej produkcji biomasy netto. Najbardziej stabilną częścią masy nadziemnej jest warstwa od 0 do 5 cm, która po skoszeniu pozostaje na łące. W tej części masy roślinnej najbardziej wyraźnie widać proces tworzenia się i zamierania. Ponad 50% w masie przyziemnej stanowią martwe części roślin (liście i łodygi szare, brunatne i żółte).
2. Plon rolniczy (powyżej 5 cm) wynosi od 13 do 15% całej biomasy netto. Jego wysokość zależy od nawożenia oraz przebiegu warunków atmosferycznych.
3. Masa podziemna roślinności łąkowej stanowi od 70 do 75% ogółu

biomasy netto. Największą część masy podziemnej stanowią korzenie. Ilość rozlogów i kłaczy jest zależna od składu botanicznego zbiorowiska roślin. Pokazną część w masie podziemnej zajmują węzły krzewienia.

4. Około 90-95% masy korzeniowej znajduje się w górnej warstwie profilu glebowego — od 0 do 15 cm. Przy wysokich dawkach nawożenia więcej korzeni znajduje się w warstwie gleby od 0 do 5 cm niż na łące słabo nawożonej.

5. Racjonalne nawożenie wpływa dodatnio na wzrost masy korzeniowej roślinności łąkowej. Na ogólną produkcję biomasy na łąkach oraz na stosunek między masą nadziemną i podziemną, oprócz nawożenia, duży wpływ ma przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji, a nawet podczas zimy (szybszy rozkład martwych korzeni).

6. Nawożenie wpływa na produktywność biomasy oraz na stosunki między masą podziemną i nadziemną nie tylko bezpośrednio, lecz także pośrednio, powodując zmiany w składzie florystycznym zbiorowisk łąkowych.

7. Obumarła w glebie masa podziemna oraz część masy nadziemnej nie marnuje się, lecz tworzy tzw. „zapas biologiczny”, wykorzystywany przez rośliny w następnych latach.

8. Na łące nowo założonej, w pierwszych latach po zasiewie, stosunek plonu rolniczego do całej biomasy jest korzystniejszy niż na łące trwałej. Zbiorowisko roślinne w każdym roku przekształca się; dopiero po trzech latach — stabilizuje się i upodabnia do łąki trwałej.

9. Analizując produktywność łąk trwałych, racjonalnie nawożonych i pielęgnowanych, można stwierdzić, że produkcja tych użytków jest bardzo wysoka (70-80 q siana z 1 ha), mimo że plon zbierany przez rolnika jest stosunkowo niski w porównaniu do całej biomasy netto.

Praca wykonana w ramach problemu węzłowego „Produktywność ekosystemów trawiastych”, finansowana przez Instytut Ekologii PAN.

SUMMARY

The productivity and dynamics of biomass net increment was determined on a permanent meadow and a newly established one. The changes occurring in the plant communities of these meadows were followed.

The investigations were performed in the period 1971-1975 on the Jaktorów meadows growing on mineral soil in the valley of the river Pisia Tuczna, Warsaw district.

Comparison of the results for 5 years showed that fertilization favours the development and yield of the underground and above-ground plant parts both directly and indirectly, that is by changing the floristic composition of the plant community. The production of net biomass and exchange of plant species on permanent meadows is dependent not only on the kind of soil, moisture and fertilization but also on the atmospheric conditions in the given year.

LITERATURA

- Batalin M., 1962. Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. Rocz. Nauk rol. 98-D: 1-154.
- Bergman W., 1954. Über den Einfluss von Umfaktorem auf Wurzelwachstum und Ernteertrag. Die Deutsche Landwirtschaft, 5: 259-264.
- Czerwiński Z., Mazurek A., Praczk J., 1977. Gleby trwałych użytków zielonych powierzchni doświadczalnych w Jaktorowie. Rocz. Nauk rol., Seria A, 102 (4): 105-117.
- Czerwiński Z., Praczk J., 1977. Wpływ nawożenia mineralnego na właściwości fizykochemiczne gleb powierzchni łąkowych i pastwiskowych w Jaktorowie. Rocz. Nauk rol., Seria A, 102 (4): 118-136.
- Dahlman R., Kucera C., 1965. Root productivity and turnover in native prairie. Ekology 46: 84-89.
- Doboszyński L., 1972. Wpływ znacznie zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych NPK na plony łąk. Wiad. IMUZ; 10 (3): 95-120.
- Falkowski M., 1958. Starzenie się łąk. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 13: 7-31.
- Garwood E. A., 1968. Some effects of soil — water conditions soil temperature on the roots of grasses and clover. II. Effects of variation in the soil — water content and in soil temperature on root growth. J. Brit. Grassl. Soc. 23: 117-128.
- Gilmanov T. G., 1976. Submodel rastitelnosti w cielostnoj modeli travianoj ekosistemy (w osobennosti jejo podziemnoj časti). Botan. Žurn. 61 (9): 1185-1197.
- Grzymała J., 1958. Regeneracja łąk torfowych za pomocą nawożenia. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 13: 33-76.
- Grzyb St., 1970. Możliwości poprawy łąk różnie uwilgotnionych za pomocą nawożenia. (Praca habilitacyjna) IMUZ — Falenty, 1-101.
- Jankowska K., 1967. Sezonowe zmiany roślinności i produkcja pierwotna netto w płacie łąki *Arrhenatheretum elatioris*. Zakł. Ochr. Przyr. PAN, Studia Naturae, Seria A, nr 1: 153-173.
- Janus E., 1968. Wstępne wyniki badań wpływu deszczowania i nawożenia na rozwój masy korzeniowej i plonowania łąk. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 88: 227-235.
- Kotańska M., 1970. Morfologia i biomasa podziemnych organów roślin w zbiorowiskach łąkowych Ojcowskiego Parku Narodowego. Zakład Ochr. Przyr. PAN, Studia Naturae 4: 1-107.
- Kulińska D., Romanow S., Chruściak E., 1977. Mikroflora ekosystemu trawiastego. Część I. Aktywność biologiczna gleb łąkowych. Rocz. Nauk rol., Seria A, t. 102, (4): 137-149.
- Makarevič V. N., 1971a. Niekotoryje rezultaty krugłodičnyh isledovanij pierwičnoj biologičeskoj produktivnosti lugoynyh rastitelnyh soobščestv. Bot. Žurn. 56 (1): 48-61.
- Makarevič V. N., Poniatovskaja V. M., 1971b. Vietnoś i podstilka na suchodolnyh lughach. Bot. Žurn. 56 (3): 383-388.
- Mikrošenko E. D., 1973. K voprosu o rozložennii rastitelnyh ostatkov na lughach. Bot. Žurn. 58 (3): 402-412.
- Prończuk J., 1970. Wpływ poziomu wody gruntowej na skład botaniczny i wartość paszową runi łąkowej. Rocz. Nauk rol. Ser. F, 77 3, 313-330.
- Pawłat H., 1974. Wpływ uwilgotnienia i nawożenia na dynamikę przyrostu, plon i skład florystyczny łąki madowej. Rocz. Nauk rol. Ser. D, 156, 1-103.

- Prozarova M. M., 1972. Fitomassa niektórych ługowych społeczności jarosławskiej oblasti. Botan. Żurn. 57 3, 396-400.
- Stańko-Bródkowa B., Rutkowska B., Lewicka E., Dębska Z., 1976. Badanie biomasy nadziemnej roślin użytkowanych pastwiskowo w zależności od nawożenia i wieku darni. Roczn. Nauk rol., Ser. F, 79 2, 7-22.
- Syrokomskaja J. W., 1959. Vlijaniye mineralnykh udobrenii na massu podziemnykh organov rastenii pod ługovymi assocjaciami. Botan. Żurn. 44 3, 366-369.
- Tołwińska M., 1967. Wpływ warunków siedliska na plony i utrzymywanie się niektórych gatunków roślin w runi łąk zmeliorowanych. Dział Wyd. SGGW, Rozprawy Naukowe, 1-85.
- Tołwińska M., 1975. Dynamika przyrostu masy podziemnej roślinności łąkowej w zależności od nawożenia. Roczn. Gleb. 26 3, 245-259.
- Tołwińska M., 1977. Produkcja biomasy a plon rolniczy na łąkach w Jaktorowie. Roczn. Nauk rol. 102 4, 181-198.
- Traczyk T., 1967. Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa. Ekol. Pol., Seria B, 13 3, 241-247.
- Vose P. B., 1962. Nutritional response and shoot/root ratio as factors in the composition and yield of genotypes of perennial ryegrass, *Lolium perenne*. Annals of Botany 26, 103, 425-437.
- Wilk S., 1967. Proces zakorzeniania się niektórych roślin pastwiskowych na madzie ciężkiej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. 74, 107-113.