

ROMAN MORACZEWSKI, MIKOŁAJ NAZARUK

## WPLYW WZRATAJĄCYCH DAWEK NAWOŻENIA NPK NA PLONOWANIE ŁĄK MINERALNYCH

Katedra Uprawy Łąk i Pastwisk SGGW, Warszawa

### WSTĘP

Na tle wzmożonej produkcji nawozów mineralnych w Polsce powstaje pytanie, jak dalece będzie można zwiększać dawki na użytkach zielonych, by ich efektywność była opłacalna. W tym celu jeszcze w 1955 r. założono wieloletnie doświadczenie na kośnej łące trwałej w Jaktorowie ze wzrastającymi dawkami nawożenia potasowego i fosforowego, a w 1959 r. także ze wzrastającymi dawkami nawożenia azotowego. Wyniki uzyskane w tych badaniach do 1959 r. zostały już częściowo opublikowane [9]. W niniejszej pracy prezentujemy wyniki uzyskane w latach 1959–1961.

### METODYKA BADAŃ

Doświadczenia założono na łące trwałej w Jaktorowie metodą losowych bloków. Gleba łąki jaktorowskiej ma pH równe 6,4 w H<sub>2</sub>O, zawiera ok. 12% substancji organicznych, zaliczana jest według nomenklatury Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego do gleb mułowo-glejowych utworzonych z namulów aluwialnych.

Nawożenie stosowano według następującego schematu:

I.

| Nawożenie                             | 0 | NK | NKP <sub>1</sub> | NKP <sub>2</sub> | NKP <sub>3</sub> | NKP <sub>4</sub> |
|---------------------------------------|---|----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> — kg/ha | 0 | 0  | 30               | 40               | 50               | 60               |

jako 18-procentowy superfosfat pylisty oraz 40 kg N/ha w 1959 r. i 80 kg N/ha w 1960 i 1961; nawóz potasowy wysiewany był w postaci 40-procentowej soli potasowej w ilości 80 kg K<sub>2</sub>O/ha;

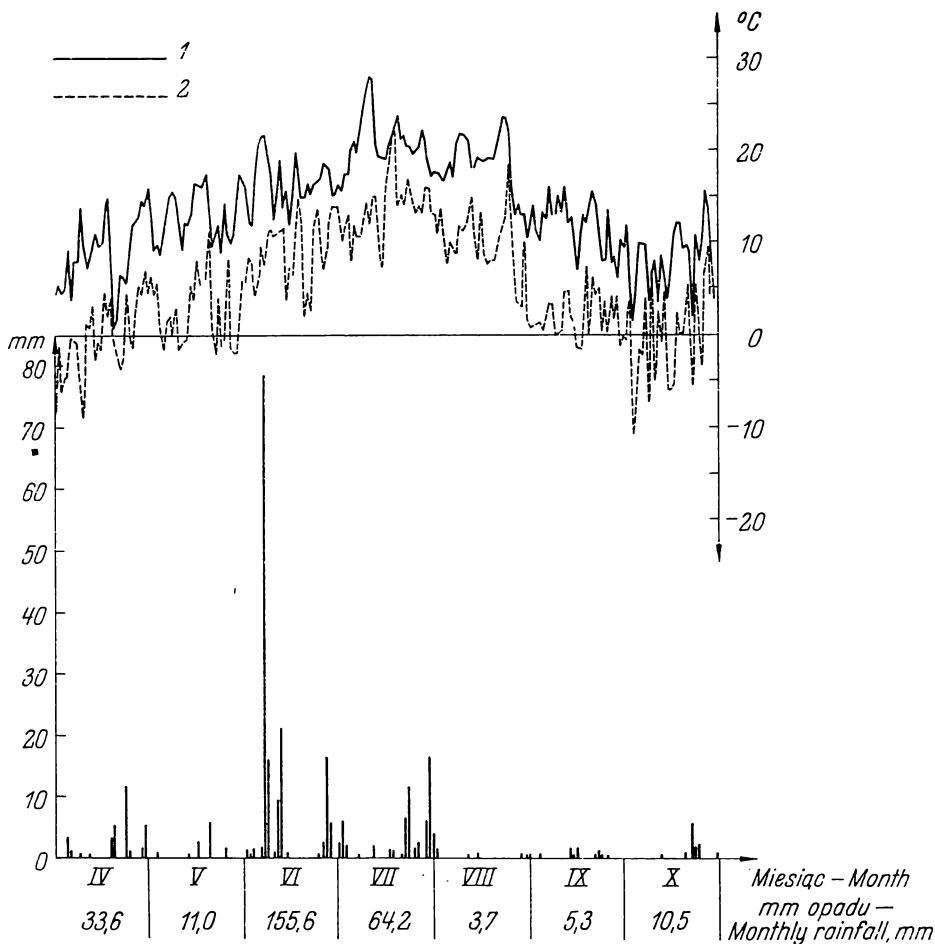
## II.

| Nawożenie                | 0 | NP | NPK <sub>1</sub> | NPK <sub>2</sub> | NPK <sub>3</sub> | NPK <sub>4</sub> | NPK <sub>5</sub> | NPK <sub>6</sub> |
|--------------------------|---|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| K <sub>2</sub> O — kg/ha | 0 | 0  | 40               | 60               | 80               | 100              | 120              | 140              |

jako sól potasowa oraz 40 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha jako superfosfat i nawozy azotowe jak w doświadczeniu I;

## III.

| Nawożenie | 0 | PK | PKN <sub>1</sub> | PKN <sub>2</sub> | PKN <sub>3</sub> | PKN <sub>4</sub> |
|-----------|---|----|------------------|------------------|------------------|------------------|
| N — kg/ha | 0 | 0  | 40               | 60               | 80               | 100              |

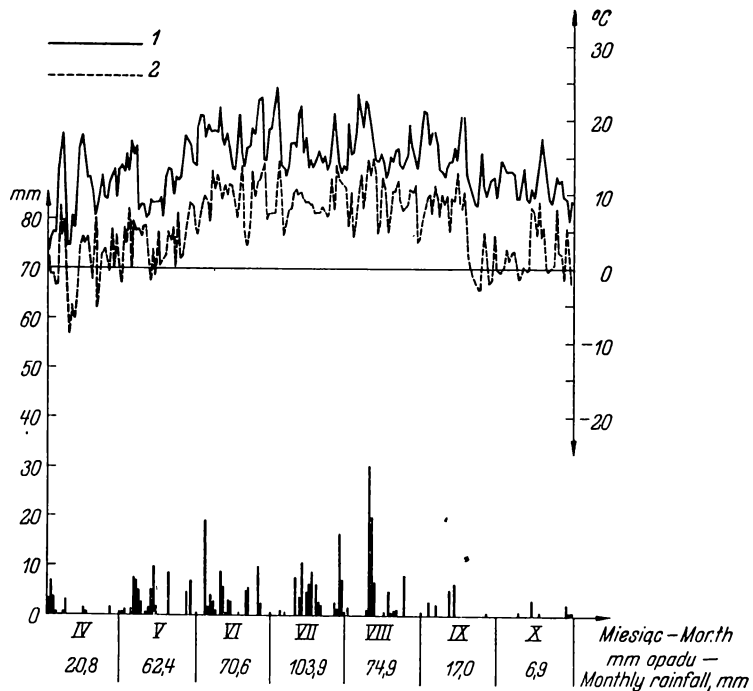


Rys. 1. Wykres przebiegu opadów i temperatur w 1959 r.

1 — średnie dzienne temperatury powietrza, 2 — minimalne dzienne temperatury powietrza na wysokości 5 cm

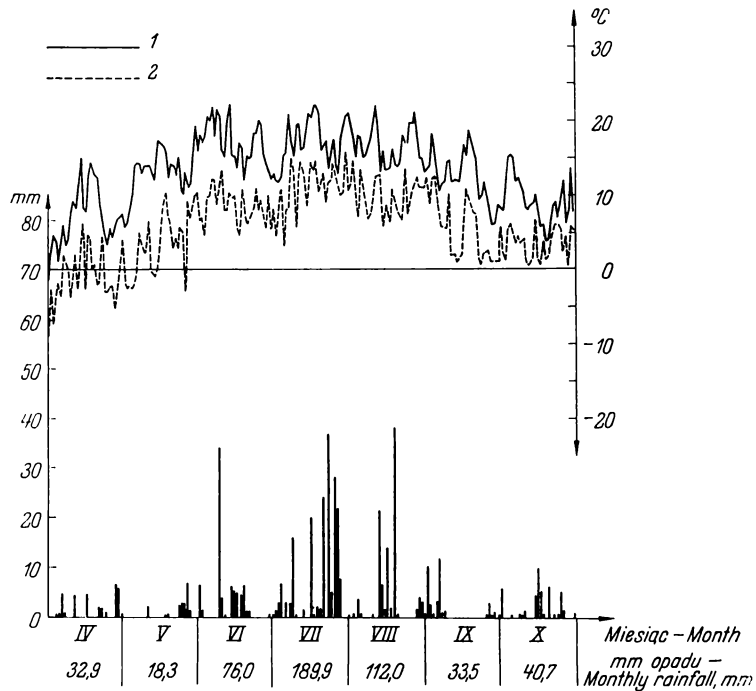
## Rainfall and temperature course in 1959

1 — mean daily air temperatures, 2 — minimal daily air temperatures at the height of 5 cm



Rys. 2. Wykres przebiegu opadów i temperatur w 1960  
objaśnienia jak w rys. 1

Rainfall and temperature course in 1960  
explanation as in Fig. 1



Rys. 3. Wykres przebiegu opadów i temperatur w 1961 r.  
objaśnienia jak w rys. 1

Rainfall and temperature course in 1961  
explanation as in Fig. 1

jako saletrzak oraz 40 kg  $P_2O_5$ /ha jako superfosfat i 80 kg  $K_2O$  na hektar jako sól potasowa.

W roku 1959 wszystkie nawozy wysiano wiosną, a w roku 1960 i 1961 na doświadczeniach z fosforem i potasem nawozy azotowe wysiano po pół dawki wiosną i pół dawki po pierwszym pokosie. W doświadczeniach z nawożeniem azotowym dawki azotu w 1960 i 1961 były także dzielone: pół dawki na wiosnę i pół dawki po pierwszym pokosie.

Sprzętu pierwszego pokosu dokonano w dniach między 1–10 czerwca, II pokosu — między 25–30 sierpnia.

#### PRZEBIEG WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH

Przebieg pogody w 1959 r. (rys. 1) nie był korzystny dla wegetacji roślin łąkowych. Maj był stosunkowo chłodny i suchy. Rozkład opadów był także wybitnie niekorzystny. Na ogólną ilość opadów w okresie od kwietnia do września — 273,4 mm, przeszło połowa z nich przypadała na czerwiec, głównie na pierwszą dekadę, a więc wówczas, gdy były najmniej potrzebne z uwagi na sprzęt I pokosu. Sierpień był również suchy.

W 1960 r. (rys. 2) zarówno przebieg temperatur, jak i rozkład opadów były nieco korzystniejsze w stosunku do 1959 r., ale i tutaj rozkład opadów był daleki od doskonałego. W maju było ich tylko 18,3 mm, a w lipcu aż 189,9 mm. Ta wielka ilość opadów spowodowała zalanie łąki wodą, a to z kolei mogło wywrzeć wpływ na wymycie składników mineralnych z gleby lub ich namycie z sąsiednich poletek.

Najkorzystniejszy rozkład opadów zanotowano w 1961 r. (rys. 3). W roku tym suma opadów w okresie od kwietnia do sierpnia wynosiła 332,6 mm. Biorąc pod uwagę zarówno ilość opadów, jak ich rozkład należy sądzić, że roślinność w tym roku nie odczuwała poważniejszych niedoborów wody i nie cierpiała na jej nadmiar.

#### PLONY

##### PLONY W DOŚWIADCZENIU Z NAWOŻENIEM FOSFOROWYM

W roku 1959, podobnie jak w latach 1955–1958 [9], w miarę zwiększania dawki fosforu powyżej 30 kg  $P_2O_5$  na hektar zarówno plon bezwzględny, jak i produktywność 1 kg  $P_2O_5$  malała (tab. 1–3). W praktyce łąkarskiej nie jest to pierwszy przypadek, że nawożenie fosforowe powodowało obniżkę plonów siana. Nowak [13] w swojej pracy podsumowując wyniki doświadczeń nawozowych z okresu międzywojennego na

Tabela 1

Plon zielonej masy z łąki nawożonej fosforem w r. 1959  
Green matter yield from a meadow fertilized with phosphorus in 1959

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |      |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>effec-<br>tiveness | 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|--|--|------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II   | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 82,0   | 43,4 | 125,4          | -                     | -  | -  |
| NK   | 104,2  | 46,0 | 150,2          | 24,8                  | -  | -  |
| NKP <sub>30</sub>  | 113,5  | 40,5 | 154,0          | 28,6                  | 3,8  | 12   |
| NKP <sub>40</sub>  | 100,7  | 41,8 | 142,5          | 17,1                  | -7,7   | -  |
| NKP <sub>50</sub>  | 92,0   | 46,3 | 138,3          | 12,9                  | -11,9  | -  |
| NKP <sub>60</sub>  | 82,0   | 38,4 | 120,4          | -5,0                  | -29,8  | -  |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-15 | 19,1   | 14,2 | 17,9           | -                     | -  | -  |

Tabela 2

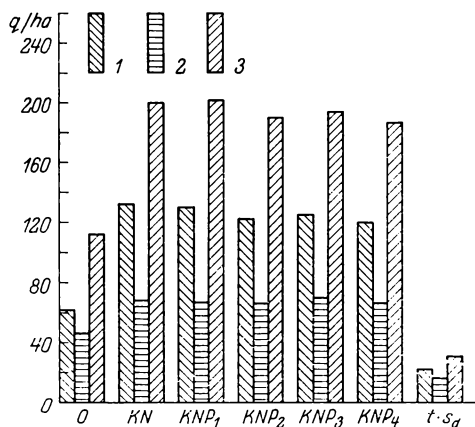
Plon zielonej masy z łąki nawożonej fosforem w r. 1960  
Green matter yield from a meadow fertilized with phosphorus in 1960

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>effec-<br>tiveness | 1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 20,7   | 42,7  | 63,4           | -                     | -  | -  |
| NK   | 81,0   | 104,5 | 185,5          | 122,1                 | -  | -  |
| NKP <sub>30</sub>  | 79,2   | 114,0 | 193,2          | 129,8                 | 7,7  | 25   |
| NKP <sub>40</sub>  | 72,2   | 109,5 | 181,7          | 118,5                 | -3,8   | -  |
| NKP <sub>50</sub>  | 88,2   | 123,5 | 211,7          | 148,5                 | 26,2   | 52   |
| NKP <sub>60</sub>  | 83,2   | 120,2 | 203,4          | 140,0                 | 17,9   | 29   |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-15 | 16,0   | 15,8  | 27,4           | -                     | -  | -  |

łąkach w Polsce podaje, że na 323 doświadczenia aż w 45 przypadkach stwierdzono obniżenie się plonu pod wpływem nawożenia fosforowego. W pozostałych doświadczeniach wykorzystanie fosforu było następujące: dawki do 32 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na hektar dały średnio wyższą 16,3 kg siana na 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; dawki do 33-64 kg — 15,1 kg siana, dawki zaś powyżej 64 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — tylko 7,0 kg siana na 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Konfrontując dane Nowaka z liczbami zawartymi w tabelach 1-3 oraz z danymi zawartymi

Plon zielonej masy z łąki nawożonej fosforem w r. 1961  
Green matter yield from a meadow fertilized with phosphorus in 1961

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>$P_{205}$<br>$P_{205}$<br>effec-<br>tiveness | 1 kg $P_{205}$<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg $P_{205}$ |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 82,0   | 58,0  | 140,0          | -                     | -  | -  |
| NK   | 137,2  | 103,4 | 240,6          | 100,6                 | -  | -  |
| NKP <sub>30</sub>  | 130,7  | 102,4 | 233,1          | 93,1                  | -7,5   | -  |
| NKP <sub>40</sub>  | 125,5  | 102,4 | 227,9          | 87,9                  | -12,7  | -  |
| NKP <sub>50</sub>  | 118,7  | 113,4 | 232,1          | 92,1                  | -8,5   | -  |
| NKP <sub>60</sub>  | 119,5  | 107,3 | 226,8          | 86,8                  | -13,8  | -  |
| t.s. <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s. <sub>c</sub> with P-5% and FG-15 | 31,4   | 21,0  | 23,8           | -                     | -  | -  |



Rys. 4. Średni plon zielonej masy z łąki nawożonej fosforem w latach 1955-1961

1 — I pokos, 2 — II pokos, 3 — I+II razem

Mean green matter yield from a meadow fertilized with phosphorus in the period of 1955-1961

1 — Ist cut, 2 — IIInd cut, 3 — Ist + IIInd cut

we wcześniejszej pracy [9], można wnosić, że o wykorzystaniu fosforu przez rośliny łąkowe z pewnością decyduje poziom nawożenia potasowo-azotowego i typ gleby. Opady atmosferyczne, a ściślej mówiąc stosunki wodne w glebie (jak to zauważono w 1960 r.), także będą wywierały niemały wpływ na wykorzystanie fosforu. Wydaje się, że wpływ ten ma charakter pośredni.

W roku 1960 jedynie w jednym wariantcie stwierdzono nieznaczną obniżkę plonów w stosunku do NK. Jeżeli zważymy, że w roku tym maj był bardzo suchy (18,3 mm opadów), a lipiec bardzo mokry (189,9 mm opadów), to jest rzeczą zrozumiałą, dlaczego plon II pokosu we wszystkich wariantach był większy niż w pierwszym pokosie. Zjawisko to

zdarza się nieczęsto na łąkach z glebą mineralną o niskim poziomie wody gruntowej, ale może ono wystąpić, gdy stosunki wodne w okresie II pokosu będą korzystniejsze niż w okresie I pokosu.

W roku 1961 efektywność działania nawożenia fosforowego w zasadzie nie odbiegała od średniej z lat 1955–1958 i była ujemna.

Porównując skład botaniczny siana z lat 1955 i 1961 (tab. 4) należy stwierdzić, że we wszystkich wariantach nawozowych nastąpił wzrost udziału traw o 15–18% i znaczny zanik roślin turzycowatych i sitowatych oraz chwastów. Rośliny motylkowe, wbrew oczekiwaniu, nie wystąpiły

T a b e l a 4

Skład botaniczny siana pierwszego pokosu w procencie ciężaru próbki. Dawkowanie fosforem  
Botanical composition of the 1st-cut hay in % of sample weight. Phosphorus application

| Rośliny - Plants                            | 0     |       | NK    |       | NKP <sub>30</sub> |       | NKP <sub>60</sub> |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|   | 1955  | 1961  | 1955  | 1961  | 1955              | 1961  | 1955              | 1961  |
| Trawy - Grasses                             | 62,1  | 78,2  | 75,6  | 90,3  | 70,5              | 89,9  | 78,3              | 96,0  |
| Turzycowate i sitowate<br>Sedges and rushes | 9,1   | 2,4   | 12,7  | 0,7   | 18,3              | 0,9   | 6,9               | 0,8   |
| Motylkowate - Legumes                       | 3,2   | 5,1   | 0,2   | 1,1   | 0,7               | 2,8   | 3,0               | +     |
| Zioła /chwasty/<br>Herbs and weeds          | 25,6  | 14,3  | 11,5  | 7,9   | 10,5              | 6,4   | 11,8              | 3,2   |
| Razem - Total                               | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0             | 100,0 | 100,0             | 100,0 |

T a b e l a 5

Zawartość azotu, fosforu i potasu w sianie I i II pokosu w % s.m. z łąki nawożonej fosforem w r. 1961

Nitrogen, phosphorus and potassium content in the 1st- and 2nd-cut hay in per cent of dry matter from a meadow fertilized with phosphorus in 1961

| Składnik - Element            | Wariant - Variant |      |                   |                   |                   |                   |
|-------------------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                               | 0                 | KN   | NKP <sub>30</sub> | NKP <sub>40</sub> | NKP <sub>50</sub> | NKP <sub>60</sub> |
| I pokos - cut                 |                   |      |                   |                   |                   |                   |
| N                             | 1,50              | 1,87 | 1,64              | 1,77              | 1,84              | 1,74              |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,65              | 0,57 | 0,64              | 0,61              | 0,67              | 0,66              |
| K <sub>2</sub> O              | 2,39              | 2,69 | 2,36              | 2,44              | 2,54              | 2,34              |
| II pokos - cut                |                   |      |                   |                   |                   |                   |
| N                             | 2,11              | 1,98 | 1,92              | 1,81              | 2,01              | 2,02              |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 0,82              | 0,72 | 0,82              | 0,88              | 0,81              | 0,83              |
| K <sub>2</sub> O              | 2,28              | 2,63 | 2,37              | 2,45              | 2,50              | 2,38              |

w ilości wzbudzającej zainteresowanie, chociaż analiza chemiczna siana pierwszego i drugiego pokosu (tab. 5) wskazuje na znaczną zasobność gleby w przyswajalny fosfor i potas.

PLONY W DOSWIADCZENIU Z NAWOŻENIEM POTASOWYM

W doświadczeniu ze wzrastającymi dawkami nawożenia potasowego zauważono, że efekt działania  $K_2O$  nieznacznie tylko wzrastał w miarę

T a b e l a 6

Plon zielonej masy z łąki nawożonej potasem w roku 1959  
Green matter yield from a meadow fertilized with potassium in 1959

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |      |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>$K_2O$<br>$K_2O$<br>effec-<br>tiveness | 1 kg $K_2O$<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg $K_2O$ |
|--|--|------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II   | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 65,0   | 48,8 | 113,8          | -                     | -  | -  |
| NP   | 85,5   | 46,4 | 131,9          | 18,1                  | -  | -  |
| NPK <sub>40</sub>  | 100,0  | 52,4 | 152,4          | 38,6                  | 20,5   | 51   |
| NPK <sub>60</sub>  | 101,0  | 59,2 | 160,2          | 46,4                  | 28,3   | 47   |
| NPK <sub>80</sub>  | 98,5   | 52,9 | 151,4          | 37,6                  | 19,5   | 24   |
| NPK <sub>100</sub>   | 105,0  | 67,2 | 172,2          | 58,4                  | 40,3   | 40   |
| NPK <sub>120</sub>   | 101,0  | 59,4 | 160,4          | 46,6                  | 28,5   | 23   |
| NPK <sub>140</sub>   | 132,2  | 62,7 | 194,9          | 81,1                  | 63,0   | 45   |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-21<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-21 | 17,8   | 13,0 | 33,4           | -                     | -  | -  |

T a b e l a 7

Plon zielonej masy z łąki nawożonej potasem w roku 1960  
Green matter yield from a meadow fertilized with potassium in 1960

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>$K_2O$<br>$K_2O$<br>effec-<br>tiveness | 1 kg $K_2O$<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg $K_2O$ |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 39,0   | 52,2  | 91,2           | -                     | -  | -  |
| NP   | 57,0   | 101,2 | 158,2          | 67,0                  | -  | -  |
| NPK <sub>40</sub>  | 90,7   | 114,7 | 205,4          | 114,2                 | 47,2   | 118  |
| NPK <sub>60</sub>  | 88,7   | 125,0 | 213,7          | 122,5                 | 55,5   | 92   |
| NPK <sub>80</sub>  | 94,0   | 121,0 | 215,0          | 123,8                 | 56,8   | 71   |
| NPK <sub>100</sub>   | 94,7   | 117,0 | 211,7          | 120,5                 | 53,5   | 53   |
| NPK <sub>120</sub>   | 105,0  | 126,5 | 231,5          | 140,3                 | 73,3   | 61   |
| NPK <sub>140</sub>   | 113,0  | 133,2 | 246,2          | 155,0                 | 88,0   | 63   |
| t.d <sub>s</sub> przy P-5% i FG-21<br>t.d <sub>s</sub> with P-5% and FG-21 | 27,4   | 24,8  | 38,6           | -                     | -  | -  |



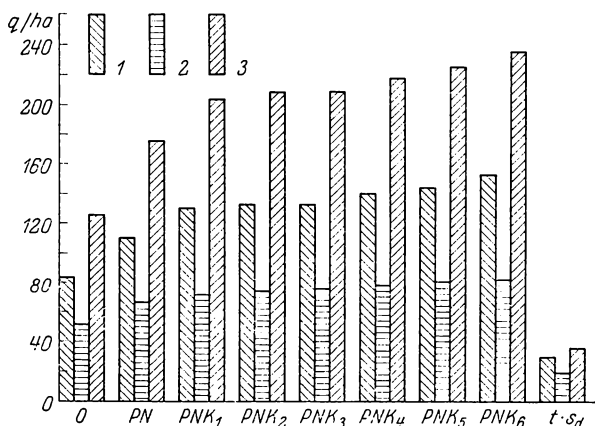
T a b e l a 8

Plon zielonej masy z łąki nawożonej potasem w roku 1961  
Green matter yield from a meadow fertilized with potassium in 1961

| Wariant<br>Variant   | Flon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>K <sub>2</sub> O<br>K <sub>2</sub> O<br>effect-<br>iveness | 1 kg K <sub>2</sub> O<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg K <sub>2</sub> O |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 107,7  | 59,8  | 167,5          | -                     | -  | -  |
| NP   | 142,7  | 98,5  | 241,2          | 73,7                  | -  | -  |
| NPK <sub>40</sub>  | 162,2  | 114,0 | 276,2          | 108,7                 | 35,0   | 87   |
| NPK <sub>60</sub>  | 172,0  | 117,2 | 289,2          | 121,7                 | 48,0   | 80   |
| NPK <sub>80</sub>  | 158,7  | 128,5 | 287,2          | 119,7                 | 46,0   | 57   |
| NPK <sub>100</sub>   | 177,5  | 121,1 | 298,6          | 131,1                 | 57,4   | 57   |
| NPK <sub>120</sub>   | 181,2  | 126,6 | 307,8          | 140,3                 | 66,6   | 55   |
| NPK <sub>140</sub>   | 182,7  | 122,0 | 304,7          | 137,2                 | 63,5   | 45   |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-21<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-21 | 26,4   | 22,8  | 41,2           | -                     | -  | -  |

zwiększania dawek nawozu potasowego od 40 do 140 kg K<sub>2</sub>O na hektar (tab. 6, 7, 8). Wyraźnie natomiast zmniejszała się produktywność 1 kg K<sub>2</sub>O mierzona przyrostami siana i zielonki.

Podobnie jak w doświadczeniu z nawożeniem fosforowym, tak i tutaj w roku 1960 drugi pokos był znacznie większy od pierwszego. Produkcyjność 1 kg K<sub>2</sub>O przy dawce 40 kg K<sub>2</sub>O na hektar wynosiła 118 kg zielonki, gdy tymczasem przy dawce 100 kg K<sub>2</sub>O na hektar — tylko 53 kg zielonki.



Rys. 5. Średni plon zielonej masy z łąki nawożonej potasem w latach 1955-1961 objaśnienia jak w rys. 4

Mean green matter yield from a meadow fertilized with potassium in the period of 1955-1961 explanation as in Fig. 4

Analiza botaniczno-wagowa siana przeprowadzona w roku zakończenia doświadczenia, tj. w 1961, wykazała wzrost udziału traw w sianie o ok. 20% kosztem znacznego zaniku chwastów dwuliściennych i ziół (tab. 9).

W doświadczeniu tym na uwagę zasługuje jeszcze wyczerpywanie się potasu z gleby przy jednostronnym nawożeniu łąki nawozami fosforowymi i azotowymi (PN) obserwowane już wcześniej [9]. Zawartość potasu

Tabela 9

Skład botaniczny siana pierwszego pokosu w procencie ciężaru próbki. Dawkowanie potasu  
Botanical composition of the 1st-cut hay in % of sample weight. Potassium application

| Rośliny - Plant                             | 0     |       | NP    |       | NPK <sub>40</sub> |       | NPK <sub>140</sub> |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|
|   | 1955  | 1961  | 1955  | 1961  | 1955              | 1961  | 1955               | 1961  |
| Trawy - Grasses                             | 54,2  | 79,4  | 60,9  | 90,5  | 66,8              | 91,8  | 74,1               | 91,4  |
| Turzycowate i sitowate<br>Sedges and rushes | 4,1   | 1,9   | 6,6   | 1,8   | 3,3               | 0,8   | 0,7                | 1,2   |
| Motylkowate - Legumes                       | 7,9   | 7,4   | 4,3   | 0,9   | 4,7               | 1,4   | 5,2                | 1,8   |
| Zioła/chwasty/<br>Herbs and weeds           | 33,8  | 11,3  | 28,2  | 6,8   | 25,2              | 6,0   | 20,0               | 5,6   |
| Razem - Total                               | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0             | 100,0 | 100,0              | 100,0 |

Tabela 10

Zawartość azotu, fosforu i potasu w sianie I pokosu w % s.m.  
z łąki nawożonej potasem w roku 1961

Nitrogen, phosphorus and potassium content in hay from the 1st-cut  
hay in per cent of dry matter from a meadow fertilized with potassium

| Wariant<br>Variant<br>Składnik<br>Element | 0    | FN   | PNK <sub>40</sub> | PNK <sub>60</sub> | PNK <sub>80</sub> | PNK <sub>100</sub> | PNK <sub>120</sub> | PNK <sub>140</sub> |
|---|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| N   | 1,59 | 1,72 | 1,61              | 1,61              | 1,62              | 1,70               | 1,67               | 1,65               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>             | 0,69 | 0,77 | 0,72              | 0,71              | 0,71              | 0,73               | 0,71               | 0,71               |
| K <sub>2</sub> O                          | 2,01 | 1,84 | 2,19              | 2,36              | 2,62              | 2,63               | 2,48               | 2,58               |

w sianie z tych poletek (tab. 10) wynosiła 1,84%, gdy tymczasem na poletkach kontrolnych (0) — 2,01% K<sub>2</sub>O w suchej masie. W tym samym stopniu zjawisko to wystąpiło na poletkach z fosforem przy jednostronnym nawożeniu łąki azotem i potasem (NK). Nie stwierdzono jednak tego przy azocie. Zawartość azotu w sianie nie była więc zależna od poziomu nawożenia łąki potasem i fosforem (PK).

## PLONY W DOSWIADCZENIU Z NAWOŻENIEM AZOTOWYM

Doświadczenie ze wzrastającymi dawkami nawożenia azotowego trwało tylko 3 lata (1959–1961).

W odróżnieniu od nawożenia potasowego, a jeszcze wyraźniej — od nawożenia fosforowego, efektywność działania azotu nie malała, lecz wzrastała wraz ze wzrostem dawki azotu na hektar (tab. 11, 12, i 13). Za-

T a b e l a 11

Plon zielonej masy z łąki nawożonej azotem w r. 1959  
Green matter yield from a meadow fertilized with nitrogen in 1959

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |      |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>N<br>N<br>effec-<br>tiveness | 1 kg N<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg N |
|--|--|------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II   | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 76,2   | 52,1 | 128,3          | -                     | -  | -  |
| KP   | 86,0   | 58,7 | 144,7          | 16,4                  | -  | -  |
| KPN <sub>40</sub>  | 115,2  | 57,9 | 173,1          | 44,8                  | 28,4   | 71   |
| KPN <sub>60</sub>  | 127,5  | 66,9 | 194,4          | 66,1                  | 49,7   | 83   |
| KPN <sub>80</sub>  | 142,2  | 69,8 | 212,0          | 83,7                  | 67,3   | 84   |
| KPN <sub>100</sub>   | 154,0  | 79,0 | 233,0          | 104,7                 | 88,3   | 88   |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-15 | 19,0   | 10,5 | 22,2           | -                     | -  | -  |

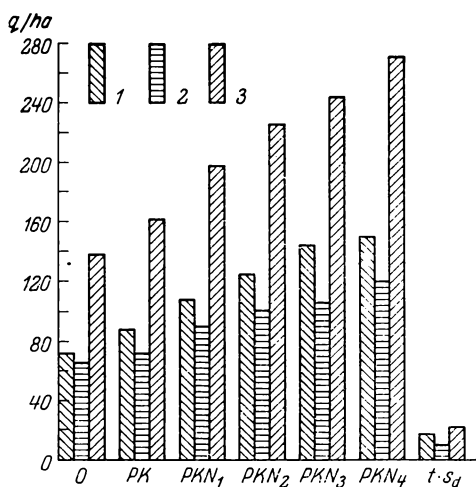
T a b e l a 12

Plon zielonej masy z łąki nawożonej azotem w r. 1960  
Green matter yield from a meadow fertilized with nitrogen in 1960

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>N<br>N<br>effec-<br>tiveness | 1 kg N<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg N |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 50,1   | 66,7  | 116,8          | -                     | -  | -  |
| KP   | 62,2   | 74,2  | 136,4          | 19,6                  | -  | -  |
| KPN <sub>40</sub>  | 87,2   | 98,0  | 185,2          | 68,4                  | 48,8   | 122  |
| KPN <sub>60</sub>  | 101,5  | 114,0 | 215,5          | 98,7                  | 79,1   | 132  |
| KPN <sub>80</sub>  | 125,0  | 130,2 | 255,2          | 138,4                 | 118,8  | 148  |
| KPN <sub>100</sub>   | 134,7  | 147,5 | 282,2          | 165,4                 | 145,8  | 145  |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-15 | 18,7   | 8,2   | 23,1           | -                     | -  | -  |

Plon zielonej masy z łąki nawożonej azotem w r. 1961  
Green matter yield from a meadow fertilized with nitrogen in 1961

| Wariant<br>Variant   | Plon zielonej masy<br>q/ha pokosu<br>Green matter yield<br>q/ha from the cut |       |                | Różnica<br>Difference | Efekt<br>działania<br>N<br>N<br>effect-<br>iveness | 1 kg N<br>wyprodukował<br>zielonej masy<br>Green matter<br>produced by<br>1 kg N |
|--|--|-------|----------------|-----------------------|--|--|
|  | I  | II    | razem<br>total |                       |  |  |
| 0  | 93,4   | 78,8  | 172,2          | -                     | -  | -  |
| KP   | 116,0  | 86,1  | 202,1          | 29,9                  | -  | -  |
| KPN <sub>40</sub>  | 123,7  | 114,0 | 237,7          | 65,5                  | 35,6   | 89   |
| KPN <sub>60</sub>  | 146,5  | 119,7 | 266,2          | 94,0                  | 64,1   | 107  |
| KPN <sub>80</sub>  | 153,0  | 120,1 | 273,1          | 100,9                 | 71,0   | 89   |
| KPN <sub>100</sub>   | 163,0  | 135,1 | 298,1          | 125,9                 | 96,0   | 96   |
| t.s <sub>d</sub> przy P-5% i FG-15<br>t.s <sub>d</sub> with P-5% and FG-15 | 14,8   | 12,3  | 20,7           | -                     | -  | -  |



Rys. 6. Średni plon zielonej masy  
z łąki nawożonej azotem w latach  
1959-1961

objaśnienia jak w rys. 4

Mean green matter yield from  
a meadow fertilized with nitrogen  
in the period of 1959-1961  
exp'lanation as in Fig. 4

leżność ta obliczona statystycznie okazała się zależnością liniową w warunkach prowadzonego doświadczenia. Także i produktywność 1 kg N we wszystkich trzech latach miała tendencję zwyżkową, a nie malejącą, jak to można było zauważyć przy potasie w miarę zwiększania dawki nawozu. Średnio za trzy lata wynosiła ona przy 40 kg N na hektar 91 kg zielonki, przy 60 kg — 105 kg zielonki, przy 80 kg — 106 kg zielonki i przy 100 kg N na hektar — 109 kg zielonki.

Prowadzone równoległe z tymi badaniami doświadczenia na pastwiskach

kach [6, 7, 11, 12] wykazały, że jeszcze przy 240 kg N na hektar produkcyjność 1 kg N była taka sama jak przy 40 kg N na hektar.

W świetle przytoczonych danych można stwierdzić, że zastosowana dawka 240 kg N na hektar mimo swej wysokości była znakomicie wykorzystana.

Analiza botaniczno-wagowa siana I pokosu z 1959 i 1961 r. (tab. 14) wykazała, że udział traw na poletkach bez nawożenia obniżył się o około 12%, a chwastów — wzrósł o 18%. W pozostałych wariantach nawozowych nie zanotowano istotniejszych zmian. W doświadczeniu tym stwierdzono również, że samo nawożenie azotowe w znacznym stopniu przyczyniło się do lepszego wykorzystania potasu, gdyż procentowa zawartość  $K_2O$  (tab. 15) wraz ze wzrostem plonu zielonki nie malała, lecz wzrastała.

T a b e l a 14

Skład botaniczny siana pierwszego pokosu w procencie ciężaru próbki.

Dawkowanie azotu

Botanical composition of the 1st-cut hay in % of sample weight.

Nitrogen application

| Rośliny - Plant                             | 0     |       | PK    |       | PKN <sub>40</sub> |       | PKN <sub>100</sub> |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|--------------------|-------|
|   | 1959  | 1961  | 1959  | 1961  | 1959              | 1961  | 1959               | 1961  |
| Trawy - Grasses                             | 80,5  | 68,2  | 78,7  | 72,6  | 78,6              | 82,0  | 86,9               | 85,8  |
| Turzycowate i sitowate<br>Sedges and rushes | 4,6   | 0,5   | 2,4   | 0,8   | 2,9               | 0,1   | 2,3                | 1,6   |
| Motylkowate - Legumes                       | 4,9   | 3,2   | 7,9   | 4,4   | 5,0               | 3,7   | 2,0                | 3,0   |
| Zioła /chwasty/<br>Herbs and weeds          | 10,0  | 28,1  | 11,0  | 22,2  | 13,5              | 14,2  | 8,8                | 9,6   |
| Razem - Total                               | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0             | 100,0 | 100,0              | 100,0 |

T a b e l a 15

Zawartość azotu, fosforu i potasu w sianie z traw I pokosu

w % s.m. z łąki nawożonej azotem w r. 1961

Nitrogen, phosphorus and potassium content in the 1st-cut hay in per cent of dry matter from a meadow fertilized with nitrogen in 1961

| Składnik<br>Element           | Wariant<br>Variant | 0    | PK   | PKN <sub>40</sub> | PKN <sub>60</sub> | PKN <sub>80</sub> | PKN <sub>100</sub> |
|-------------------------------|--------------------|------|------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| N                             |                    | 1,79 | 1,76 | 1,73              | 1,72              | 1,81              | 1,79               |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> |                    | 0,65 | 0,72 | 0,70              | 0,72              | 0,70              | 0,73               |
| K <sub>2</sub> O              |                    | 1,82 | 2,41 | 2,44              | 2,72              | 2,72              | 2,78               |

## DYSKUSJA

Przedstawione wyniki wieloletnich doświadczeń ze wzrastającymi dawkami nawożenia fosforowego, potasowego i azotowego nie mogą stanowić jeszcze podstawy do wyciągnięcia ścisłych ogólnych wniosków odnośnie ustalenia optymalnych dawek nawozowych dla łąk mineralnych. Jednakże szczegółowe obserwacje oraz długoletniość trwania tych doświadczeń pozwalają poruszyć parę istotnych dla praktyki łąkarskiej problemów.

Średnie plony z pierwszego pokosu za okres 1955–1961, (rys. 4) na doświadczeniu fosforowym wyraźnie spadały, co zapewne związane było z dużą koncentracją kwasu fosforowego w glebie. W doświadczeniu tym mogło nastąpić zachwianie równowagi w odżywianiu się roślin, szczególnie dlatego, ponieważ w latach 1955–1959 stosowano tylko 40 kg N na hektar.

W literaturze naukowej oprócz obniżek plonu siana na nawożeniu fosforowym można spotkać ogromną efektywność nawożenia fosforem. Według Bukowieckiego [2] 1 kg  $P_2O_5$ , średnio z 87 doświadczeń prowadzonych na łąkach torfowych, dawał przyrost 21,4 kg siana. U Szymborskiej [14] w doświadczeniach prowadzonych przez 5 lat w Werbkowicach na łące torfowej 1 kg  $P_2O_5$  przy poziomie nawożenia 15 kg  $P_2O_5$  na hektar dawał przyrost siana rzędu 171 kg, a przy poziomie nawożenia 75 kg  $P_2O_5$  na hektar — 57 kg siana. Ta sama autorka na łące torfowej w Rząśniku uzyskała średnio za 5 lat na 1 kg  $P_2O_5$  przyrost siana odpowiednio 106 i 40 kg przy tym samym poziomie nawożenia co w Werbkowicach. Te ostatnie dane należą jednak do wyjątków. Na ogół należy przyjąć, że 1 kg  $P_2O_5$  na polskich łąkach daje przyrost siana rzędu 15–20 kg przy nawożeniu łąk fosforem w granicach 30–40 kg  $P_2O_5$  na hektar. Przy mniejszych dawkach lub je przekraczających należy się liczyć z pewnymi odchyleniami.

Przedstawione w analogiczny sposób jak w doświadczeniu z fosforem plony I i II pokosu doświadczenia z potasem (rys. 5), wskazują na systematyczny, lecz nie liniowy wzrost plonów zielonki przy jednoczesnym obniżeniu produktywności 1 kg wniesionego na łąkę składnika.

Średnie plony z trzech lat doświadczeń azotowych (rys. 6) wyraźnie wskazują, że stosowanie na łąki 100 kg N na hektar nie powoduje nagromadzenia się azotu w glebie w ilości, która byłaby niebezpieczna dla roślin. Systematyczne wzrastanie plonów siana czy zielonki w miarę podnoszenia dawki azotu do 100 kg N na hektar świadczy o doskonałym wykorzystaniu tego składnika przez rośliny trawiaste. Nie stwierdzono również nadmiernego nagromadzenia azotu w roślinach (tab. 15).

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że:

1. Nawożenie fosforowe nie podnosiło plonów zielonki, a nawet w niektórych latach dość istotnie je obniżyło, w stosunku do wielkości plonów uzyskiwanych na KN.

2. Nawożenie potasowe zwiększyło plon zielonki, ale produktywność 1 kg  $K_2O$  malała w miarę wzrostu dawki od 40 do 140 kg  $K_2O$  na hektar.

3. Nawożenie azotowe zwiększyło plon zielonki w postępie liniowym nie powodując znizki produktywności 1 kg N w miarę zwiększania dawek azotu od 40 do 100 kg N na hektar.

#### LITERATURA

- [1] Bomer D.: Zur Frage von Stickstoffdüngung und Schnitthäufigkeit auf der Wiese. Landwirtsch. Forschung, t. 17-4, 1964, s. 252.
- [2] Grzymała J., Szyborska H., Grzanka K.: Termofosfaty i fosforyty krajowe w nawożeniu łąk. Nowe Roln., nr 3, 1956, s. 218.
- [3] Honczarenko G.: Wpływ nawożenia mineralnego i organicznego na plonowanie i roślinność łąki na glebie torfowej zdegradowanej. Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., nr 34, 1962, s. 211.
- [4] Honczarenko G., Szipa R., Wesołowski P.: Wpływ nawożenia azotowego na plonowanie i roślinność łąkową. Zeszyty Nauk. WSR Szczecin, nr 13, 1964.
- [5] Knauer N.: Zusammenhänge zwischen Roheweiss, Rohfaser und Mineralstoffgehalt von Grünlandpflanzen und deren Bedeutung bei der Auswertung von Pflanzenanalysen zur Vorhersage der Düngerwirkung. Zeitsch. für Acker- und Pflanzenbau, t. 116, 4, 1962/63, s. 361.
- [6] Kreil W., Kaltoven H., Wacker G.: Dreijährige Versuchsergebnisse über die Düngung einer Weide mit verschiedenen hohen N-Gehalt (1958-1960). Zeitsch. für Landeskultur, nr 2, 1961, s. 225.
- [7] Kreil W., Kaltoven H., Wacker G.: Weitere Versuchsergebnisse über die Düngung einer Weide mit verschiedenen hohen N-Gehalt (1961-1964). Zeitsch. für Landeskultur, nr 5, 1964, s. 221.
- [8] Łękawska I.: Wpływ wzrastających dawek nawozów potasowych na plonowanie łąk torfowych. Wiadomości IMUZ, nr 6-1, 1966, s. 93.
- [9] Moraczewski R.: Określenie potrzeb nawozowych gleb łąkowych w stosunku do fosforu i potasu ze składu chemicznego traw pierwszego pokosu. Roczn. Glebozn., t. 10, 1, 1961, s. 49.
- [10] Moraczewski R., Gołębiewski M.: Rytmika przyrostu runi łąkowej na łące przemiennej w zależności od nawożenia. Nowe Rolnictwo, nr 18, 1967, s. 25.
- [11] Nazaruk M.: Wpływ nawożenia i deszczowania na wydajność pastwisk. Zeszyty Probl. Postępów Nauk Roln., nr 74. 1967, s. 115.
- [12] Nowak M., Nazaruk M.: Wpływ wzrastających dawek azotu na wydajność pastwisk oraz skład chemiczny i botaniczny runi pastwiskowej. Wiadomości IMUZ, nr 7-1, 1967, s. 20-201.
- [13] Nowak M.: Nawożenie i agrotechnika łąk w świetle doświadczeń polskich. Roczn. Nauk Roln., t. 68-A-2, 1953, s. 175.
- [14] Szyborska H.: Wpływ wzrastających dawek nawozów fosforowych na plonowanie łąk torfowych. Wiadomości IMUZ, t. 6, nr 1, 1968, s. 47.

Р. МОРАЧЕВСКИ, М. НАЗАРУК

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТАЮЩИХ ДОЗ NPK НА УРОЖАЙНОСТЬ  
МИНЕРАЛЬНЫХ ЛУГОВ

Кафедра Ведения лугов и Пастбищ, Варшавская Сельскохозяйственная Академия

## Резюме

В статье обобщаются результаты 3-летних исследований проведенных на укосных лугах в м. Якторов (Сельскохозяйственная Опытная Станция ВСА). От 1955 г. ведутся там опыты с удобрениями. Обсуждаемый здесь период (1959—1961) охватывал исследования по влиянию:

- возрастающих доз фосфорного удобрения на фоне основного калийно-азотного удобрения,
- возрастающих доз калийного удобрения на фоне основного фосфорно-азотного удобрения,
- возрастающих доз азотного удобрения на фоне основного фосфорно-калийного удобрения.

Фосфорное удобрение вносили в дозах от 30 до 60 кг  $P_2O_5$  на га с дифференциацией интервалов по 10 кг  $P_2O_5$ ; калийное удобрение применяли в дозах от 40 до 140 кг  $K_2O$  на га с интервалами по 20 кг  $K_2O$ , а азотное удобрение давали в дозах от 40 до 100 кг N на га с интервалами по 20 кг N.

Полученные результаты дают возможность констатировать что:

- внесение фосфорного удобрения не повышало урожая зеленой массы а даже в некорых годах его понижало, по сравнению с урожаем полученным в варианте KN;
- калийное удобрение повышало урожай зеленой массы, но производительность 1 кг  $K_2O$  уменьшалась по мере повышения дозы с 40 до 140 кг  $K_2O$  на га;
- удобрение азотом повышало урожай зеленой массы согласно линейной прогрессии, не вызывая понижения производительности 1 кг N с повышением доз азота от 40 до 100 кг N на га.

R. MORACZEWSKI, M. NAZARUK

INFLUENCE OF INCREASING NPK RATES UPON YIELDING  
OF MEADOWS ON MINERAL SOIL

Department of Grassland Cultivation Warsaw Agricultural University

## Summary

In the present work 3-year investigations carried out on a permanent mown meadow at Jaktorów (Agricultural Experimental Station of Warsaw Agricultural University) are discussed. The fertilizing experiments are being conducted these



since 1955. The cycle discussed in this paper (1959–1961) comprised the investigations on the action of:

1 — increased phosphorus fertilizer rates on the background of basic potassium-nitrogenous fertilization;

2 — increased potassium fertilizer rates on the background of basic phosphorus-potassium fertilization;

3 — increased nitrogenous fertilizer rates on the background of basic phosphorus — potassium fertilization.

The phosphorous fertilization was differentiated within the range of 30–60 kg  $P_2O_5$ /ha at the intervals of every 10 kg  $P_2O_5$ ; the potassium fertilization was applied at the rates ranging from 40 to 140 kg  $K_2O$ /ha at the intervals of every 20 kg  $K_2O$ ; the nitrogenous fertilization was applied at the rates ranging from 40 to 100 kg N/ha at the intervals of every 20 kg.

The results obtained allow to state as follows:

— the phosphorous fertilization did not increase green matter yields and in some even caused a significant decrease in relation to the yields obtained at KN fertilization;

— the potassium fertilization increased green matter yield, but the productivity of 1 kg  $K_2O$  decreased along with the  $K_2O$  application rate increase from 40 to 140 kg/ha;

— the nitrogenous fertilization increased green matter yield in linear progression, causing no productivity decrease of 1 kg N along with the N application rate increase from 40 up to 100 kg/ha.

*Wpłynęło do redakcji w styczniu 1967 r.*

