

WPŁYW NIEDOBORU I NADMIARU OPADÓW ORAZ NAWADNIANIA
NA PLONOWANIE UŻYTKÓW ZIELONYCH

Stanisław Bieszczad

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji AR, Wrocław

CEL, ZAKRES I METODA BADAŃ

Celem badań było opracowanie liczbowych wskaźników spadku plonów siana, spowodowanego niedoborem lub nadmiarem opadów, oraz zwwyżki plonów wskutek nawadniania użytków zielonych. Materiał liczbowy, dotyczący plonowania łąk i pastwisk, zaczerpnięto z publikacji zamieszczonych w czasopiśmie naukowych z lat 1952-1977 [4, 6-12] i prac podanych w bibliografii z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania [1]. Dane odnośnie opadów atmosferycznych pochodzą z miejscowości, w których były prowadzone doświadczenia albo z najbliższej położonej stacji meteorologicznej [2, 5]. Badania nad zależnością plonowania użytków zielonych od ilości opadów atmosferycznych obejmują lata 1952-1976, zaś badania nad zależnością plonowania od deszczowania i opadów - lata 1961-1976. Badano zależność plonowania od ilości opadów w okresie wegetacyjnym, tj. od 1 kwietnia do 30 września oraz w zależności od opadów rocznych, liczonych od 1 października roku poprzedzającego zbiór do 30 września w roku zbioru. Sumy opadów okresu wegetacyjnego podzielono na 6 klas, zaś sumę opadów rocznych - na 8 klas różniących się między sobą o 50 mm. Plony w postaci powietrznie suchej masy (siana) zestawiono w poszczególnych klasach opadowych i dla poszczególnych rejonów kraju oddzielnie dla gleb mineralnych i organicznych. Plon w danej klasie opadowej i rejonie jest średnim wa-

żonym plonem, niezależnie od poziomu nawożenia mineralnego. Nawożenie łąk wynosiło od około 100 do ponad 500 kg/ha, a nawożenie pastwisk - od około 100 do ponad 800 kg/ha NPK. Opad, przy którym uzyskano najwyższy plon w danym rejonie, nazwano opadem optymalnym. Ploony z pozostałych klas opadowych w rejonie wyrażono w procentach plonu najwyższego. W ten sposób uzyskano procentowe wskaźniki plonowania, zależnie od niedoboru lub nadmiaru opadów. Ze względu na małą ilość doświadczeń z deszczowaniem pastwisk opracowano tylko syntezę krajową, bez wydzielenia rejonów. Większość doświadczeń z deszczowaniem pastwisk pochodzi z rejonu Ib i IIa.

Z uwagi na małą ilość lub brak doświadczeń nie uwzględniono w pracy plonowania:

- łąk na glebach mineralnych w rejonie Ia,
- łąk na glebach organicznych w rejonie IIa,
- pastwisk na glebach mineralnych w rejonie Ic,
- pastwisk na glebach organicznych w żadnym z rejonów,
- łąk deszczowanych na glebach mineralnych i organicznych w żadnym z rejonów,
- pastwisk deszczowanych na glebach organicznych w żadnym z rejonów.

Podział naszego kraju na strefy klimatyczno-fizjograficzne i rejonny opisany jest szczegółowo w innej publikacji [3]. W niniejszej pracy nie uwzględniono strefy górskiej, ponieważ w tej strefie nie występuje niedobór opadów i nie ma też potrzeby nawadniania. Poszczególne rejonny uwzględnione w pracy obejmują następujące województwa:

- Ia - gorzowskie, pilskie, poznańskie, leszczyńskie, bydgoskie, konińskie, kaliskie i sieradzkie;
- Ib - toruńskie, włocławskie, plockie, warszawskie, skierniewickie, łódzkie, piotrkowskie i radomskie;
- Ic - ciechanowskie, ostrołęckie, łomżyńskie, siedleckie, białostockie, podlaskie i chełmskie;
- IIa - zielonogórskie, legnickie, wrocławskie i opolskie;
- IIb - częstochowskie, katowickie, kieleckie, krakowskie, lubelskie, tarnobrzeskie, tarnowskie, rzeszowskie, przemyskie i zamojskie;
- IIIa - szczecińskie, koszalińskie, słupskie i gdańskie;
- IIIb - elbląskie, olsztyńskie i suwalskie.

WYNIKI BADAŃ

Optymalne opady dla łąk były różne w zależności od rejonu i rodzaju gleb (tab. 1). Dolna granica opadów optymalnych dla łąk położo-

T a b e l a 1

Wpływ ilości opadów w okresie wegetacyjnym na plony siana z łąk, wyrażone w procentach plonu uzyskanego przy opadach optymalnych

| Rejon | Ilość obser- wacji | Plon ¹ t/ha | Opady w mm od kwietnia do września | | | | | |
|------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | | do 250 | 251 300 | 301 350 | 351 400 | 401 450 | powyżej 450 |
| Gleby mineralne | | | | | | | | |
| Ib | 112 | 8,7 | 76 | 100 | 75 | 82 | 92 | |
| Ic | 41 | 13,1 | 79 | 100 | 78 | 92 | | |
| IIa | 139 | 9,8 | 74 | 78 | 100 | 83 | 90 | |
| IIb | 58 | 10,0 | | 91 | 78 | 87 | 100 | |
| IIIa | 40 | 10,2 | 75 | 95 | 100 | 100 | | |
| IIIb | 86 | 10,4 | 100 | | 72 | 96 | 100 | |
| Polska | 476 | 9,8 | 87 | 87 | 91 | 88 | 100 | |
| Gleby organiczne | | | | | | | | |
| Ia | 227 | 7,4 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 76 |
| Ib | 54 | 10,0 | 57 | 88 | 95 | 77 | 100 | 87 |
| Ic | 410 | 12,2 | 65 | 69 | 57 | 67 | 69 | 100 |
| IIb | 112 | 13,6 | 61 | 57 | 74 | 100 | 45 | 74 |
| IIIa | 162 | 7,8 | 64 | 73 | 92 | 99 | 100 | 99 |
| IIIb | 67 | 8,7 | | 84 | 78 | 100 | 89 | 87 |
| Polska | 1032 | 8,8 | 82 | 89 | 88 | 94 | 91 | 100 |

¹Plon przy opadach optymalnych. Uwaga ta odnosi się również do tab. 2, 4 i 5.

nych na glebach mineralnych wynosiła 300 mm, natomiast dla łąk na glebach organicznych była wyższa o 50 mm. Optymalne opady dla łąk na glebach mineralnych znalazły się w trzech klasach: 301-350 mm dla rejonu Ib i Ic, 351-400 mm dla rejonu IIa i IIIa i powyżej 450 mm dla rejonu

I Ib i III b. Przy opadach niższych od optymalnych obniżka plonu siana wynosiła 4-28%, średnio 19% (jest to średni ważony procent), zaś przy opadach wyższych od optymalnych spadek wynosił 8-25%, średnio 18%.

Optymalne opady dla łąk na glebach organicznych w rejonie Ia wahały się w szerokich granicach, gdyż od 250 do 450 mm. Optymalne opady w rejonie II b i III b wynosiły 351-400 mm, w rejonie Ib i III a - 401-450 mm i w rejonie Ic - ponad 450 mm. Spadek plonu spowodowany niedoborem opadów na glebach organicznych wynosił 5-43%, średnio 37%, natomiast spadek wywołany nadmiarem opadów wahał się w granicach 11-55% i wynosił średnio 22%.

Roczne opady optymalne dla łąk na glebach mineralnych układały się powyżej 550 mm, a dla łąk na glebach organicznych - powyżej 500 mm (tab. 2). Optymalne opady w rejonie III a wynosiły 601-650 mm,

T a b e l a 2

Wpływ ilości opadów rocznych na plony siana z łąk, wyrażone w procentach plonu uzyskanego przy opadach optymalnych

| Rejon | Ilość obser- wacji | Plon t/ha | Opady w mm od października do września | | | | | | | |
|------------------|-----------------------|--------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | | 401 450 | 451 500 | 501 550 | 551 600 | 601 650 | 651 700 | 701 750 | powyżej 750 |
| Gleby mineralne | | | | | | | | | | |
| Ib | 112 | 9,8 | | 66 | 83 | 69 | 73 | 100 | 85 | 80 |
| Ic | 41 | 13,1 | | 100 | 51 | | 89 | 100 | | 74 |
| IIa | 139 | 10,8 | 72 | 67 | 75 | 86 | 78 | 74 | 100 | 93 |
| IIb | 58 | 10,7 | | | 85 | 73 | | 81 | 100 | 91 |
| IIIa | 40 | 10,2 | 75 | 88 | | 100 | 100 | 98 | 95 | |
| IIIb | 86 | 10,5 | 82 | | 73 | 100 | 96 | 78 | 100 | 100 |
| Polska | 476 | 10,5 | 77 | 75 | 77 | 81 | 89 | 90 | 100 | 93 |
| Gleby organiczne | | | | | | | | | | |
| Ia | 224 | 8,1 | 90 | 88 | 95 | 94 | 100 | 72 | 78 | 84 |
| Ib | 54 | 10,0 | 93 | 89 | 66 | 100 | 83 | 93 | 56 | 100 |
| Ic | 406 | 8,7 | 94 | 85 | 78 | 97 | 100 | 49 | 100 | 92 |
| IIb | 112 | 12,5 | 68 | 66 | 54 | 100 | 46 | 85 | 75 | 65 |
| IIIa | 162 | 7,9 | 66 | 91 | 96 | 84 | 100 | 95 | 97 | 100 |
| IIIb | 67 | 9,0 | | 76 | 100 | 87 | 67 | 86 | 88 | |
| Polska | 1025 | 8,7 | 91 | 84 | 84 | 100 | 95 | 92 | 99 | 92 |

w rejonie Ib i Ic - 651-700 mm i w rejonie IIa, IIb i IIIb - 701-750 mm. Niedobór opadów rocznych spowodował spadek plonów w granicach 4-49%, średnio o 23%. Nadmiar opadów był również niekorzystny dla plonowania łąk, ponieważ obniżył plony o 7-26%, średnio o 14%.

Roczne opady optymalne dla łąk na glebach organicznych znalazły się w przedziale 551-650 mm, z wyjątkiem rejonu IIb. Opady niższe od optymalnych obniżyły plon o 3-46%, średnio o 14%, zaś wyższe od optymalnych obniżyły plon w granicach 3-51%, średnio o 16%.

Z porównania rocznych opadów optymalnych dla gleb mineralnych i organicznych wynika, że łąkom na glebach organicznych wystarczą niższe opady, gdyż niedobory są uzupełniane z zapasu wody gruntowej, która tu na ogół zalega bliżej powierzchni aniżeli na glebach mineralnych.

Odejmując od optymalnych opadów rocznych opady optymalne w okresie wegetacyjnym otrzymano opady optymalne w okresie przedwegetacyjnym, tzn. od października do marca (tab. 3). Opady optymalne w tym okresie dla łąk na glebach mineralnych wahały się w granicach 250-350 mm, dla łąk na glebach organicznych - 150-250 mm i dla pastwisk - 200-350 mm, zależnie od rejonu.

T a b e l a 3

Optymalne opady w mm dla łąk i pastwisk w okresie od października do marca

| Rejon | Łąki | | Pastwiska na glebach mineralnych |
|--------|-----------------|------------------|----------------------------------|
| | gleby mineralne | gleby organiczne | |
| Ia | | 250 | 300 |
| Ib | 350 | 150 | 250 |
| Ic | 350 | 150-200 | |
| IIa | 350 | | 200 |
| IIb | 250-300 | 200 | 250 |
| IIIa | 250 | 200 | 200 |
| IIIb | 250-300 | 150 | 350 |
| Polska | 250-300 | 100-150 | 250-300 |

Plonowanie pastwisk na glebach mineralnych było również uzależnione od rejonu i wysokości opadów w okresie wegetacyjnym (tab. 4). Optymalne opady dla pastwisk wynosiły 351-400 mm (z wyjątkiem rejonu Ia), a mianowicie, dla rejonów IIa, IIb i IIIa - 351-400 mm, dla rejonów

T a b e l a 4

Wpływ ilości opadów w okresie wegetacyjnym na plony siana z pastwisk wyrażone w procentach plonu uzyskanego przy opadach optymalnych

| Rejon | Ilość obserwacji | Plon t/ha | Opady w mm od kwietnia do września | | | | |
|--------|------------------|-----------|------------------------------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | | 251 300 | 301 350 | 351 400 | 401 450 | powyżej 450 |
| Ia | 26 | 10,5 | | 77 | | 95 | 100 |
| Ib | 383 | 8,1 | 100 | 95 | 88 | 100 | 84 |
| IIa | 316 | 9,5 | 81 | 93 | 100 | 88 | 88 |
| IIb | 27 | 8,6 | | 65 | 100 | | 85 |
| IIIa | 44 | 8,7 | 93 | 90 | 100 | 99 | 89 |
| IIIb | 125 | 10,8 | 78 | 84 | 78 | 100 | 100 |
| Polska | 921 | 8,9 | 91 | 90 | 100 | 100 | 91 |

Ib i IIIb - 401-450 mm. Można przyjąć, że optymalne opady dla pastwisk wynosiły średnio 375-425 mm, zapewniając plon w wysokości 8,9 t/ha powietrznie suchej masy, nazwanej tu umownie sianem. Niedostatek opadów w okresie wegetacyjnym obniżył plony z pastwisk w granicach 5-35%, średnio o 11%, również nadmierna ilość opadów spowodowała spadek plonów o 11-16%, średnio o 12%.

Roczne opady optymalne dla pastwisk układały się powyżej 550 mm (tab. 5). Dla rejonu IIa leżały one w granicach 551-600 mm, dla rejo-

T a b e l a 5

Wpływ ilości opadów rocznych na plony siana z pastwisk wyrażone w procentach plonu uzyskanego przy opadach optymalnych

| Rejon | Ilość obserwacji | Plon t/ha | Opady w mm od października do września | | | | | | | |
|--------|------------------|-----------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | | 401 450 | 451 500 | 501 550 | 551 600 | 601 650 | 651 700 | 701 750 | powyżej 750 |
| Ia | 29 | 10,5 | 100 | | 100 | 73 | | | | 100 |
| Ib | 356 | 9,3 | | 63 | 83 | 77 | 96 | 100 | | 60 |
| IIa | 316 | 9,8 | 62 | 65 | 94 | 100 | 88 | | 84 | 86 |
| IIb | 27 | 10,1 | | | 61 | 45 | 100 | 82 | 59 | 82 |
| IIIa | 44 | 9,1 | 93 | 80 | | 97 | 100 | 85 | 100 | 85 |
| IIIb | 125 | 12,7 | 75 | 72 | 45 | 82 | 91 | 75 | 71 | 100 |
| Polska | 897 | 9,0 | 90 | 70 | 92 | 97 | 99 | 100 | 93 | 100 |

nów IIa i IIIb - 601-650, dla rejonu Ib - 651-700, dla rejonu IIIa - 701-750 i dla rejonów Ia i IIIb - powyżej 750 mm. W wypadku niedostatku opadów rocznych plonowanie pastwisk obniżyło się o 4-55%, średnio o 24%. Podobnie niekorzystny dla pastwisk okazał się nadmiar opadów, ponieważ spadek plonów wynosił 12-41%, średnio 23%.

Plony siana z pastwisk nie deszczowanych i deszczowanych pochodzą z doświadczeń, w których stosowano nawożenie mineralne w granicach 201-800 kg/ha NPK (tab. 6). Optymalne opady dla pastwisk nie deszczowanych wynosiły 401-450 mm, ponieważ uzyskany plon był tutaj

T a b e l a 6

Wpływ deszczowania na tle opadów naturalnych w okresie wegetacyjnym na plony siana z pastwisk wyrażone w procentach plonów kontrolnych

| Opady w mm | Nie deszczowane | | | Deszczowane w mm | | | | ilość obser- wacji |
|---------------|--------------------------|------|-----|------------------|------------|------------|----------------|--------------------------|
| | ilość obser- wacji | t/ha | % | do 100 | 101 150 | 151 200 | powyżej 200 | |
| 251-300 | 37 | 6,8 | 100 | 143 | 144 | 115 | 115 | 41 |
| 301-350 | 84 | 7,5 | 100 | 117 | 139 | 173 | | 85 |
| 351-400 | 49 | 6,9 | 100 | 109 | 116 | 116 | 113 | 65 |
| 401-450 | 33 | 8,7 | 100 | 136 | 136 | 89 | | 38 |
| Powyżej 450 | 91 | 7,4 | 100 | 95 | 130 | 114 | | 95 |
| Polska | 294 | 7,4 | 100 | 112 | 131 | 131 | 105 | 324 |

najwyższy i wynosił 8,7 t/ha powietrznie suchej masy. Pod wpływem deszczowania plony wzrastały zależnie od wysokości globalnej dawki wody. W większości wypadków największą zwyżkę plonów uzyskano przy zastosowaniu 101-150 mm wody i wynosiła ona 16-44%. Ponieważ średnia zwyżka plonu w skali krajowej wynosiła 31% przy dawce wody 101-200 mm, można ją więc przyjąć jako optymalną dawkę sezonową dla pastwisk na glebach mineralnych.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wysunąć następujące wnioski:

1. Opady optymalne w okresie wegetacyjnym dla łąk na glebach mineralnych wynosiły od 300 do ponad 450 mm, dla łąk na glebach orga-

nicznych od 350 do ponad 450 mm i dla pastwisk na glebach mineralnych - od 350 do ponad 450 mm.

2. Roczne opady optymalne dla łąk na glebach mineralnych i organicznych oraz dla pastwisk na glebach mineralnych mieściły się w przedziale 550 do ponad 750 mm.

3. Opady okresu wegetacyjnego niższe od optymalnych obniżyły plon siana z łąk na glebach mineralnych średnio o 19%, z łąk na glebach organicznych o 37% i z pastwisk na glebach mineralnych o 11%. Nadmiar opadów spowodował również obniżkę plonów odpowiednio o 18, 22 i 12%.

4. Niedobór opadów rocznych obniżył plony z łąk na glebach mineralnych i organicznych oraz z pastwisk średnio o 23, 14 i 24%. Obniżka plonów z powodu nadmiaru opadów rocznych wynosiła odpowiednio 14, 16 i 23%.

5. Deszczowanie pastwisk położonych na glebach mineralnych dawką globalną 100-200 mm wody zwiększyło plon powietrznie suchej masy średnio o 31%. Dawka wody niższa od 100 mm była często za mała dla uzyskania optymalnego plonu.

LITERATURA

1. Bruździak M., Dzieżyc J., Milewska J.: Bibliografia polskiego piśmiennictwa z zakresu gospodarki wodnej roślin i nawadniania za lata 1945-1970. PWN, Warszawa, 1972; za lata 1971-1975, PWN, Warszawa, 1979.
2. Centralne Biuro Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wodę „Bipromel”: Potrzeby i niedobory wodne produkcji roślinnej w zmiennych warunkach klimatycznych Polski, t. II. Opady atmosferyczne. Warszawa, 1974.
3. Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., Rakowski Z. M.: Metoda oceny wpływu niedoboru i nadmiaru opadów oraz nawadniania na produkcję polową w Polsce. Zesz. probl. Post. Nauk roln., w druku.
4. Gospodarka Wodna, 1952-1977.
5. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej: Biuletyn Agrometeorologiczny za lata 1952-1976.
6. Nowe Rolnictwo, 1952-1977.
7. Postępy Nauk Rolniczych, 1952-1977.
8. Roczniki Nauk Rolniczych, seria A i F, 1952-1977.
9. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 1957-1977.
10. Wiadomości IMUZ, t. I-XII.
11. Zeszyty Naukowe WSR i AR w Krakowie, Lublinie, Olsztynie, Szczecinie, Warszawie i Wrocławiu, 1952-1977.
12. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych: nr 86, 88, 110, 140, 181, 199; 1969-1978.

С. Бещад

ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТКА И ИЗБЫТКА АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ,
А ТАКЖЕ ОРОШЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ КОРМОВЫХ УГОДИЙ

Р е з ю м е

На основании луговых опытов, проведенных в Польше в 1952-1976 г.г. и опытов с дождеванием пастбищ, проведенных в 1961-1976 г.г, а также атмосферных осадков, были разработаны показатели урожайности лугов и пастбищ, в зависимости от суммы осадков в вегетационном и годовом периоде. Оптимальные осадки, т.е. такие, при которых урожай сена был наиболее высоким в данном районе, составляли в вегетационном периоде, для лугов, расположенных на минеральных почвах, от 300 до свыше 450 мм, для лугов на органогенных почвах - 350 до свыше 450 мм и для пастбищ на минеральных почвах 350-450 мм (табл. 1 и 4). Годовые оптимальные осадки составляли 550 до свыше 750 мм (табл. 2 и 5). Недостаток осадков в вегетационном периоде вызвал снижение урожая сена с лугов на минеральных и органогенных почвах, а также с пастбищ, в среднем на 19,37 и 11%. Снижение урожаев, вызванное избытком осадков, составляло 18, 22 и 11%. Недостаточное количество годовых осадков снизило урожай с лугов и пастбищ на 23, 14 и 24%. Снижение урожая вследствие слишком большого количества осадков в течение года, составляло соответственно: 14, 16 и 23%. Оптимальная норма дождевания для пастбищ составляла 100-200 мм и увеличивала урожай в среднем на 31% (табл. 6).

S. Bieszczad

THE INFLUENCE OF PRECIPITATION DEFICIT OR EXCESS
AS WELL AS OF IRRIGATION ON YIELDING OF GREEN CROPS

S u m m a r y

On the grounds of meadow experiments of the years 1952-1976 and experiments with sprinkling irrigation of pastures of the years 1961-1976 as well as of atmospheric precipitations, meadow and pasture yielding indices have been worked out depending on the sum of precipitation in the vegetation and annual period. In the vegetation sea-

son the optimum precipitation, i.e. that with which the hay yield was highest in the given region, was from 300 to over 450 mm for meadows situated on mineral soils, 350 to over 450 mm for meadows on organic soils, and 350 to 450 mm for pastures on mineral soils (Tables 1 and 4). The annual optimum precipitations were 550 to over 750 mm. (Tables 2 and 5). Deficit of precipitation in the vegetation season brought about a decrease of the hay yield from meadows on mineral and organic soils as well as from pastures by 19.37 and 11% on an average. Yield decrease brought about by excess of precipitation was 18, 22 and 12%. Insufficient amount of annual precipitation decreased the yields from meadows and pastures by 23, 14 and 24%. Yield decrease due to excess of annual precipitation was 14, 16 and 23%, respectively. The optimum sprinkling irrigation norm for pastures was 100-200 mm and increased the yield by 31% on an average (Table 6).