

ZMIANY PRZYROSTU MASY ROŚLINNEJ I ZAPASÓW WODY W ZIEMNIAKACH I BURAKACH POD WPLYWEM NAWADNIANIA I RÓŻNYCH DAWEK N, P I K

Danuta Dzieżyc

Instytut Rolniczych Podstaw Melioracji, AR Wrocław

Ogólnie znany jest fakt, że dostatek wody i składników pokarmowych w glebie wpływa dodatnio na plonowanie roślin. Mniej poznany jest wpływ różnych dawek wody oraz różnych dawek azotu, fosforu i potasu na dynamikę przyrostu świeżej i suchej masy w całym okresie wegetacji, a zwłaszcza na wielkość zapasów wody w roślinach i procent wilgotności masy roślinnej. Nasuwa się przede wszystkim pytanie, jak wpływa nawadnianie i wysokie nawożenie poszczególnymi składnikami na te wskaźniki w przypadku uprawy roślin intensywnych na glebach lekkich, które są z natury niekorzystne pod względem zasobów wodno-pokarmowych.

W celu uzyskania odpowiedzi na te pytania zostały założone w 1967 r. ściśle doświadczenia polowe z nawadnianiem i wysokim nawożeniem ziemniaków późnych, buraków cukrowych i buraków pastewnych na glebach lekkich. Doświadczenia te prowadzono w ciągu czterech lat na glebie piaszczystej IV klasy bonitacyjnej w Swojcu. Badano w nich ziemniaki odmiany Flisak (w ostatnim roku Lenino), buraki cukrowe odmiany AJ₃ oraz buraki pastewne odmiany Goliat.

Na tle dawki 300 q/ha obornika wnoszonej co trzy lata oraz na tle podbloków nie nawadnianych i nawadnianych badano wpływ różnych dawek nawozów mineralnych z uwzględnieniem różnego stosunku N:P:K. Porównywano następujące warianty nawozowe:

- 1) 0 — bez nawożenia mineralnego,
- 2) NPK — 300 kg/ha
- 3) 2 NPK — 600 kg/ha
- 4) 3 NPK — 900 kg/ha
- 5) NPK + 2 N
- 6) NPK + 2 P
- 7) NPK + 2 K.

Podstawowa dawka NPK zawierała: 120 kg N, 60 kg P₂O₅ i 120 kg

K_2O . Dawki 2 NPK i 3 NPK były odpowiednio dwa i trzy razy wyższe. Dawki 2 N, 2 P i 2 K dwukrotnie większe niż w dawce podstawowej. Nawadniano za pomocą deszczowni, stosując 3 do 6 dawek wody rocznie po ok. 30 mm, zależnie od roślin i roku. Fosfor w postaci superfosfatu i potas w postaci wysokoprocentowej soli potasowej dawano przed siewem lub sadzeniem. Trzecią część dawki azotu wnoszono przed siewem buraków — w postaci saletry amonowej a przed sadzeniem ziemniaków — w postaci siarczanu amonu. Nawożenie pogłównie dawano w dwóch dawkach w postaci saletry amonowej.

Próbki pobierano 4-5 razy w okresie wegetacji (co miesiąc) w 3-4 powtórzeniach po 5 roślin. Po zważeniu na polu świeżej masy rozdrabniano ją i suszono w suszarce promiennikowej w temperaturze ok. $60^{\circ}C$. W drugiej połowie okresu wegetacji, gdy rośliny były duże, brano do suszenia 5 razy po 1/2 lub 1/4 części każdego korzenia lub bulwy.

Zebrałe wyniki dotyczące próbnych plonów świeżej i suchej masy oraz zapasów wody w przeliczeniu na 1 roślinę i na 1 ha są przedstawione za pomocą wykresów na rys. 1-9. Ilustrują one kolejno dynamikę przyrostu masy roślinnej i zapasów wody w ziemniakach, burakach cukrowych i pastewnych. Kolumna lewa wykresów dotyczy roślin nie nawadnianych a kolumna prawa — nawadnianych. Dane zamieszczone nad osią poziomą odnoszą się do liści, pod linią — do bulw i korzeni. Na linii poziomej zaznaczony jest czas pobierania próbek, zaś na linii pionowej — ciężar w dkg/roślinę i w q/ha. Zapasy wody podano w m^3/ha . Poszczególne krzywe wykresów reprezentują wyniki uzyskane dla różnych wariantów nawożenia.

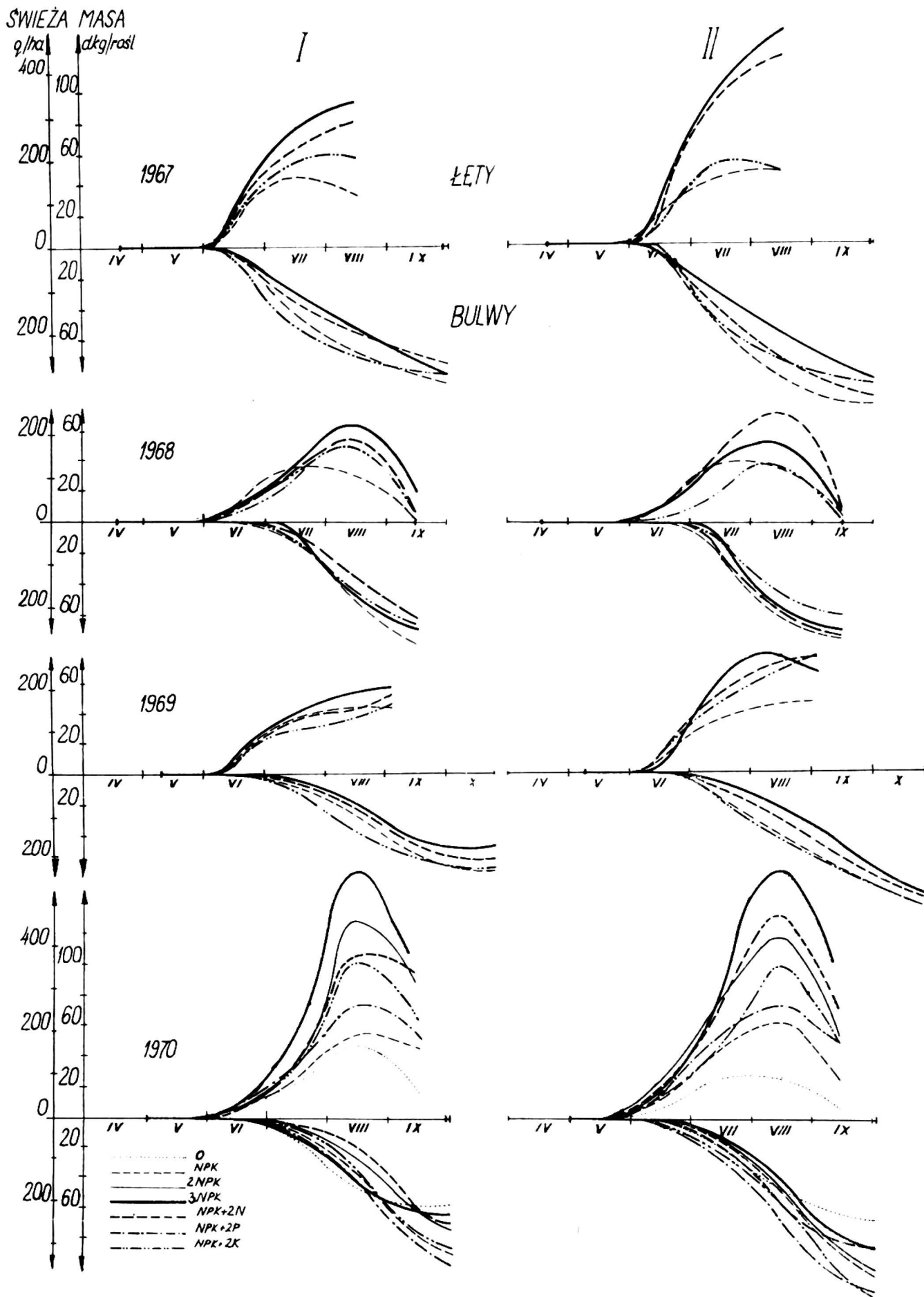
Jak widać z wykresów na rys. 1 ziemniaki późne najlepiej plonowały przy dawce NPK 300 kg/ha. Dawki 600 i 900 kg/ha okazały się za wysokie. W ostatnim roku odmiana Lenino najlepiej plonowała przy dawce NPK + 2 K. Nawadnianie zawsze podwyższało plony.

Wykresy ilustrujące przyrost suchej masy układały się podobnie do wykresów świeżej masy. Najwyższe zapasy wody w bulwach stwierdzono przy dawce NPK 300 kg/ha i nawadnianiu. Na wszystkich badanych obiektach osiągały one najwyższy poziom w okresie od sierpnia do zbiorów. Maksymalny zapas wody w nadziemnej masie roślinnej przekraczały $40 m^3/ha$, a w bulwach dochodziły do $35 m^3/ha$.

Buraki cukrowe także nie wykorzystywały najwyższych dawek nawozów mineralnych. Najlepiej plonowały przy dawkach NPK 300-600 kg/ha. Dobre wyniki dawało również nawożenie NPK + 2 K. Nawadnianie przyspieszyło przyrost liści i korzeni oraz podwyższyło plony świeżej masy w latach 1969 i 1970.

Wykresy przyrostu suchej masy układały się podobnie do wykresów świeżej masy.

Zapasy wody wzrastały wprost proporcjonalnie do wzrostu plonów.

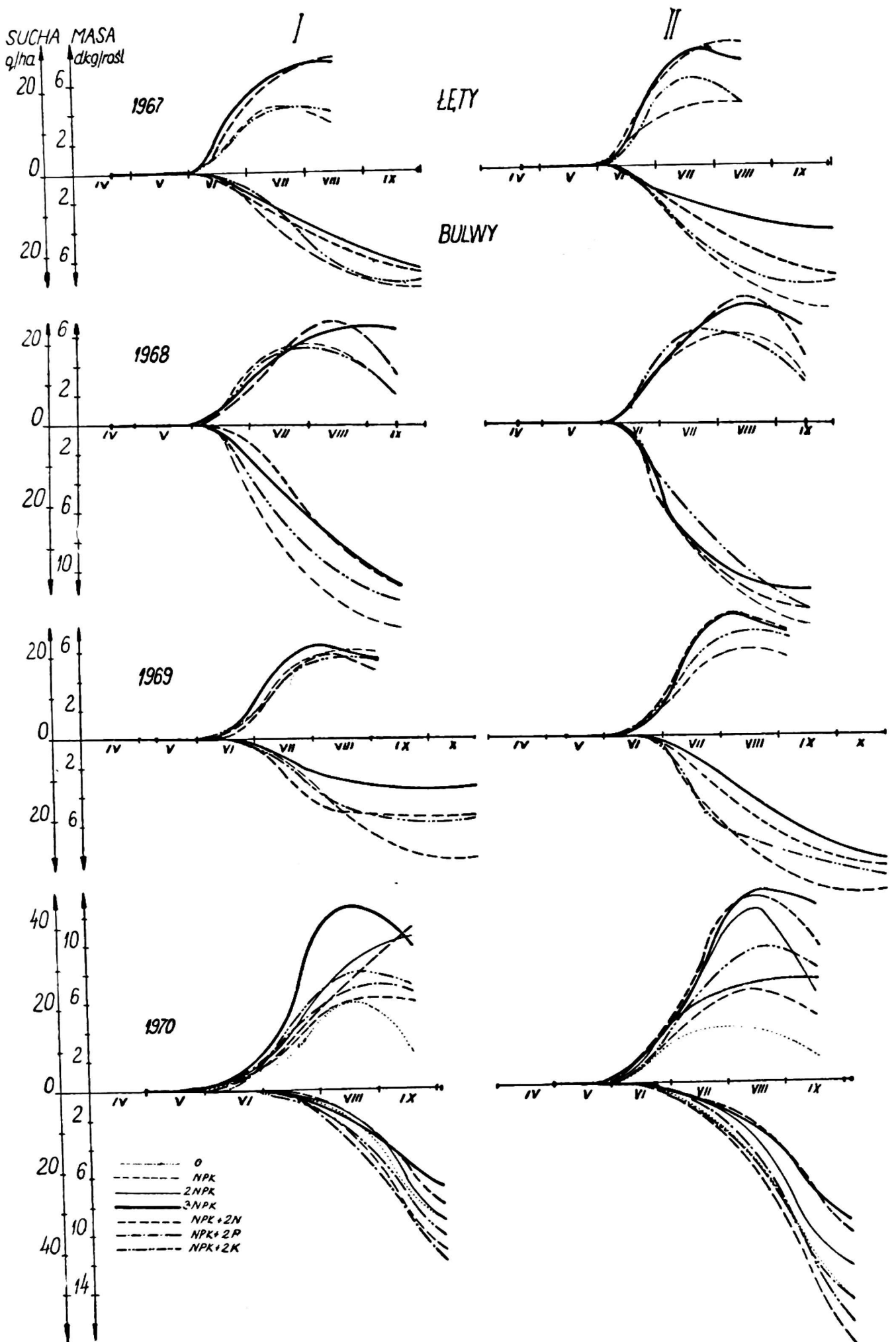


Rys. 1. Przyrost świeżej masy ziemniaków późnych

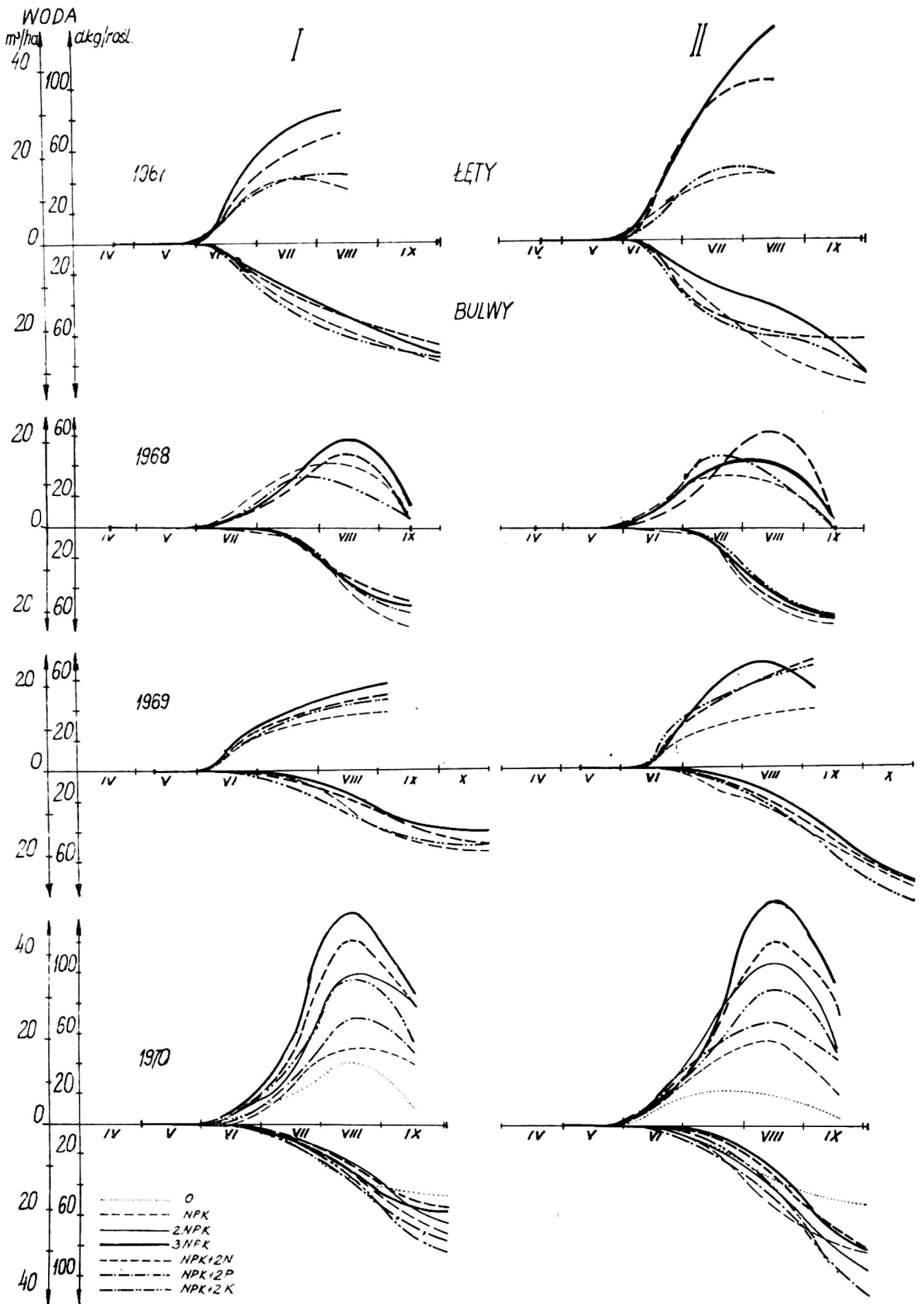
I — nie nawadniane, II — nawadniane, 1967-1969 — Flisak, 1970 — Lenino

W korzeniach były one największe w okresie od sierpnia do zbiorów, a w liściach — w sierpniu.

Maksymalne zapasy wody zanotowane w 1967 r. osiągały w liściach ok. 50, a w korzeniach ponad 40 m³/ha.

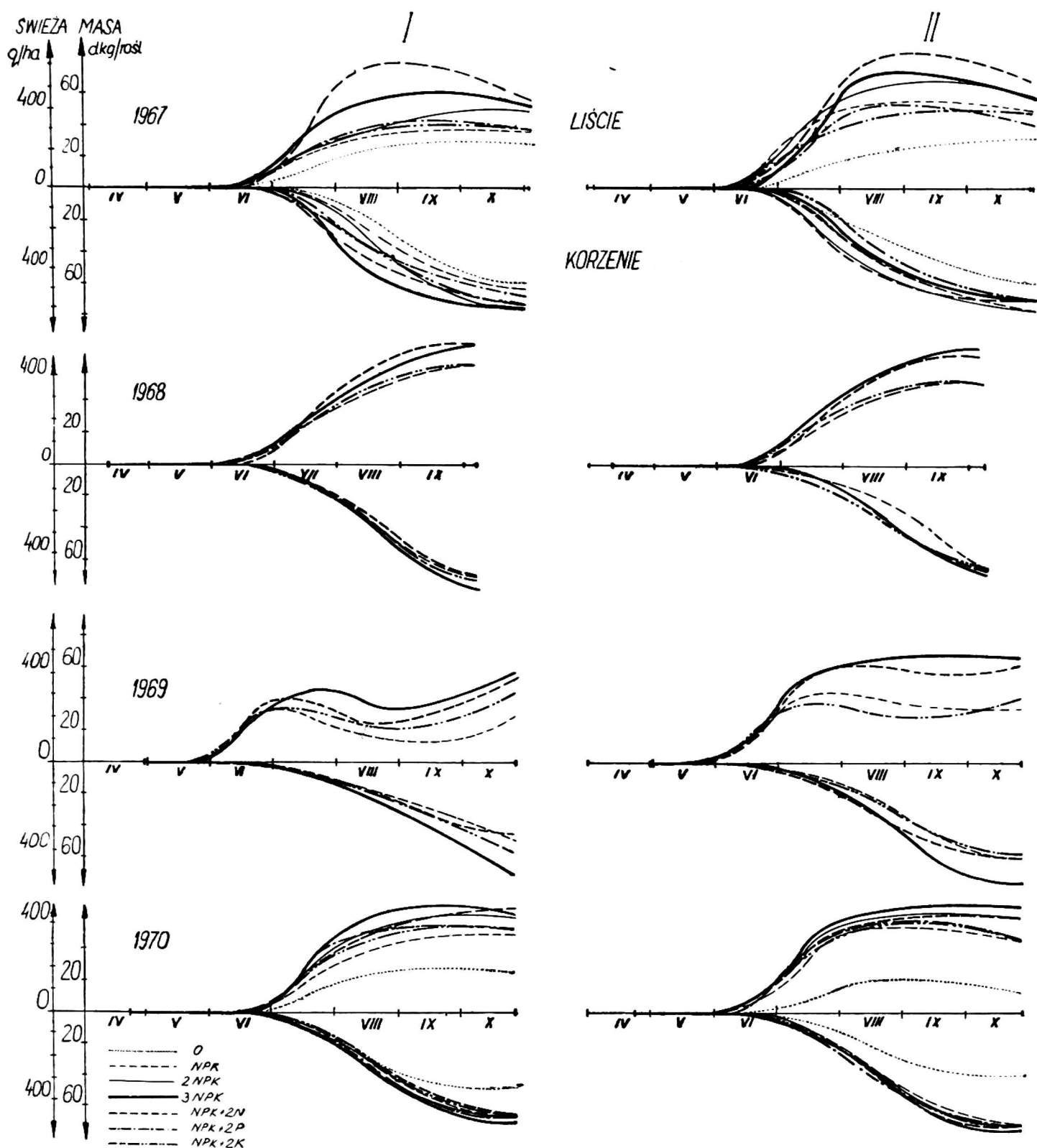


Rys. 2. Przyrost suchej masy ziemniaków późnych
I — nie nawadniane, II — nawadniane, 1967-1969 — Flisak, 1970 — Lenino



Rys. 3. Zapas wody w masie roślinnej ziemniaków późnych
 I — nie nawadniane, II — nawadniane, 1967-1969 — Flisak, 1970 — Lenino

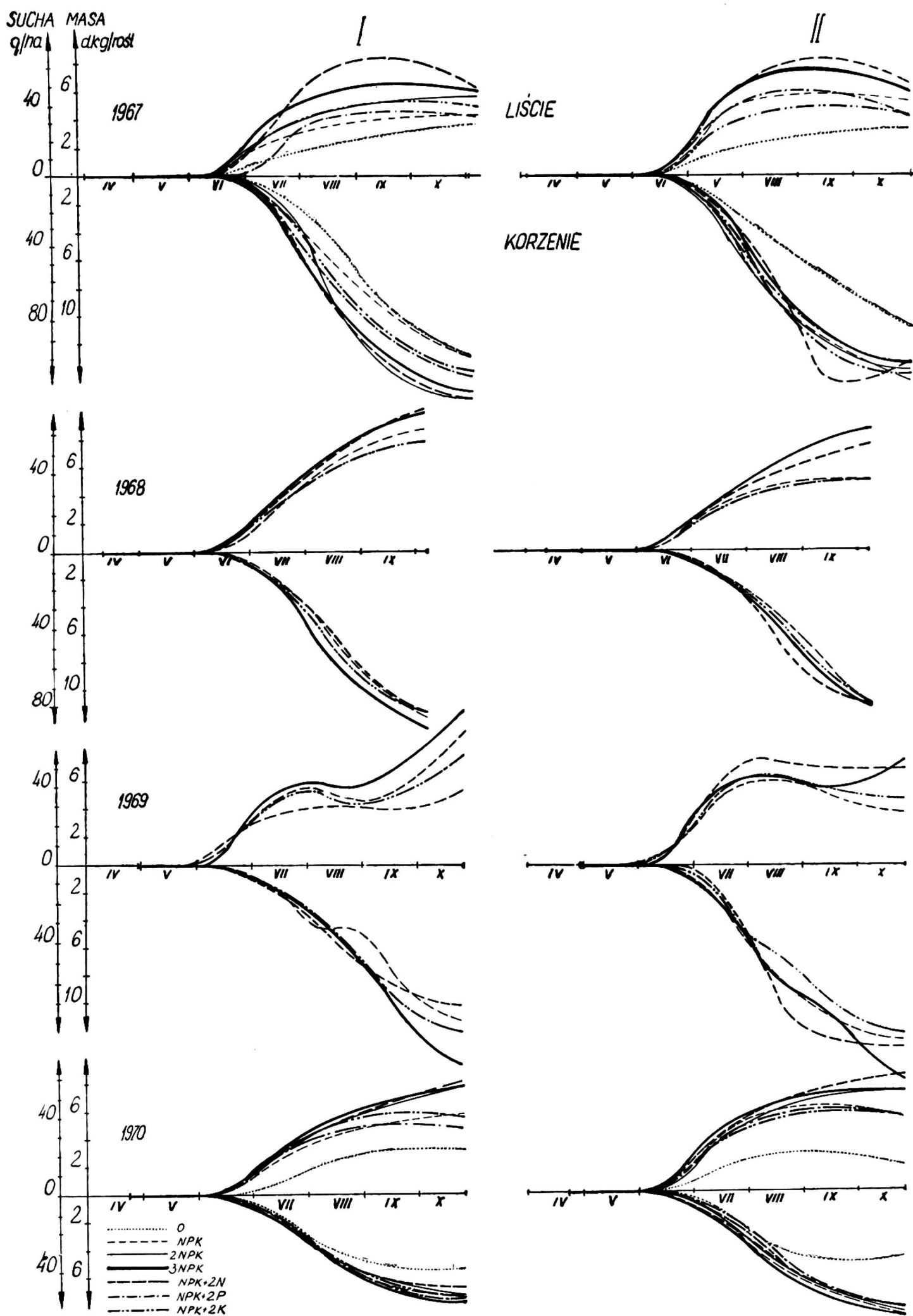
Najwyższe plony świeżej masy buraków pastewnych uzyskiwano przy dawkach 600-900 kg czystych składników nawozowych na 1 ha w 1968 r. plony korzeni na poletkach wysoko nawożonych i nawadnia-



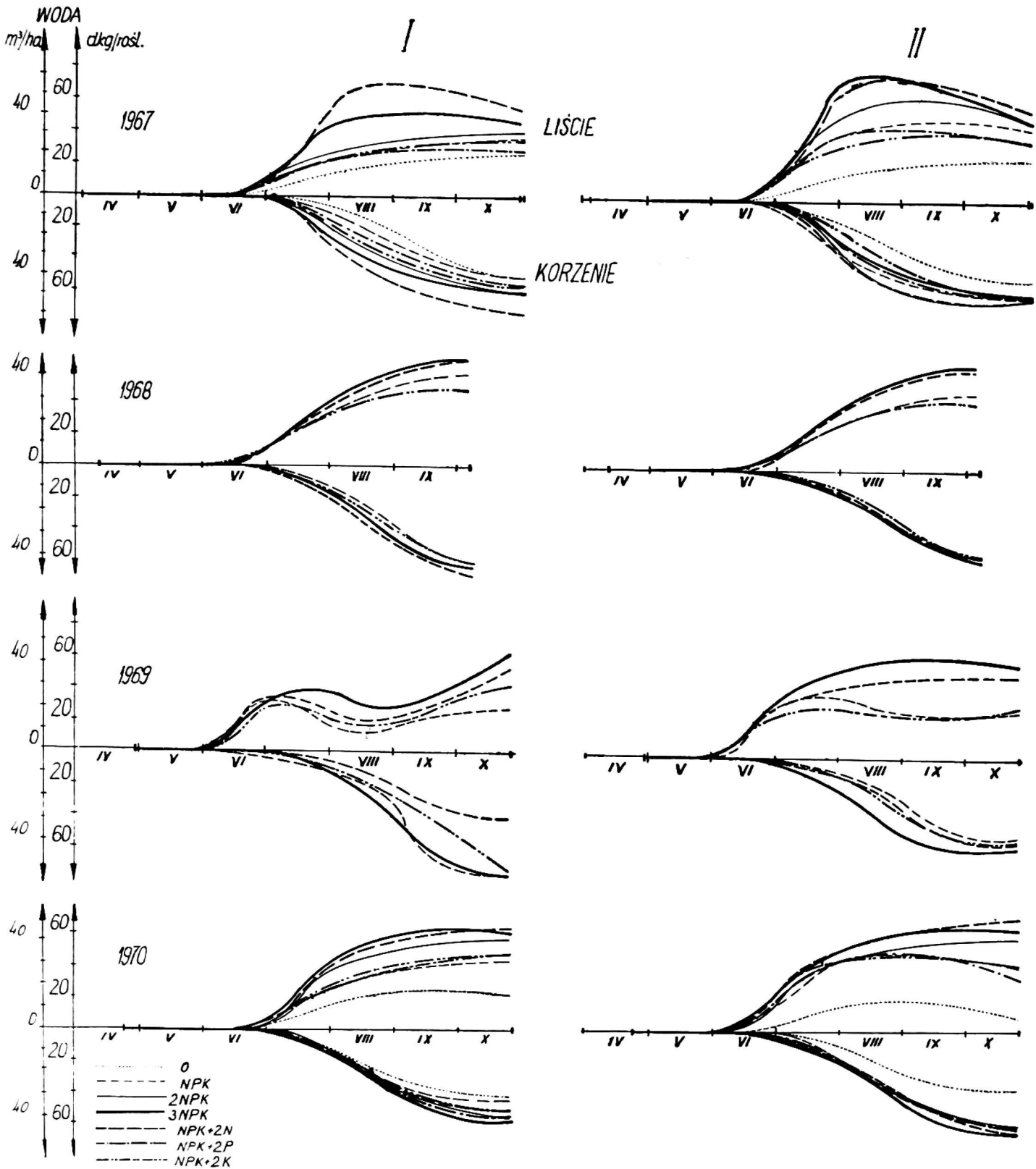
Rys. 4. Przyrost świeżej masy buraków cukrowych
I — nie nawadniane, II — nawadniane

nych dochodziły do 1500 q/ha. Układ krzywych dla buraków pastewnych jest nieco inny niż dla buraków cukrowych. Krzywe dla suchej masy układały się podobnie jak krzywe dla świeżej masy.

Najwyższe zapasy wody towarzyszyły najwyższym plonom, czyli występowały przy dawkach 2 NPK i 3 NPK z nawadnianiem. W liściach najczęściej wody stwierdzono w sierpniu, zaś w korzeniach w sierpniu i wrześniu. Zależnie od roku, nawadniania i wariantu nawożenia maksymalne zapasy wody w liściach dochodziły do 30-40, a w korzeniach nawet do 120 m³/ha.



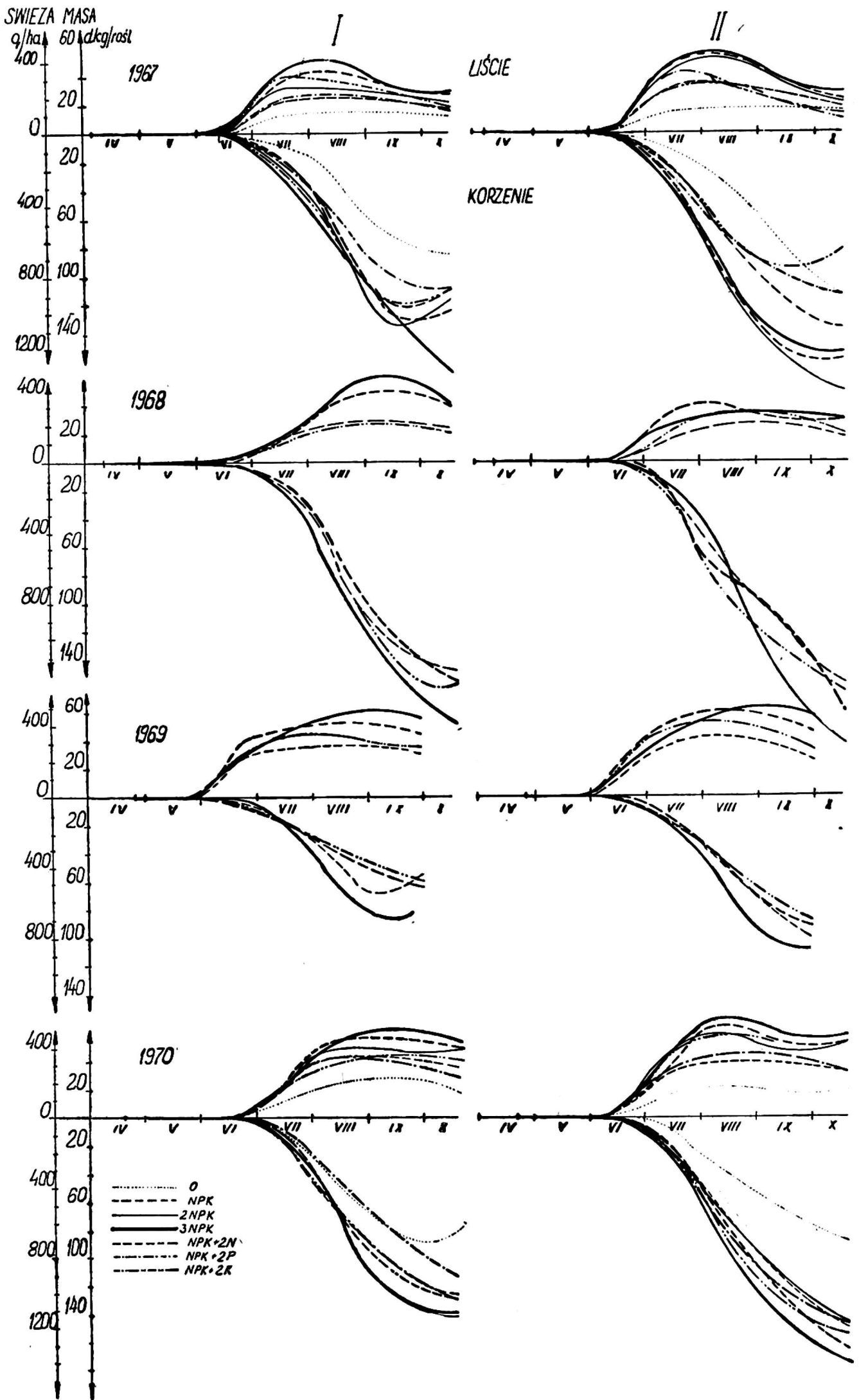
Rys. 5. Przyrost suchej masy buraków cukrowych
I — nie nawadniane, II — nawadniane



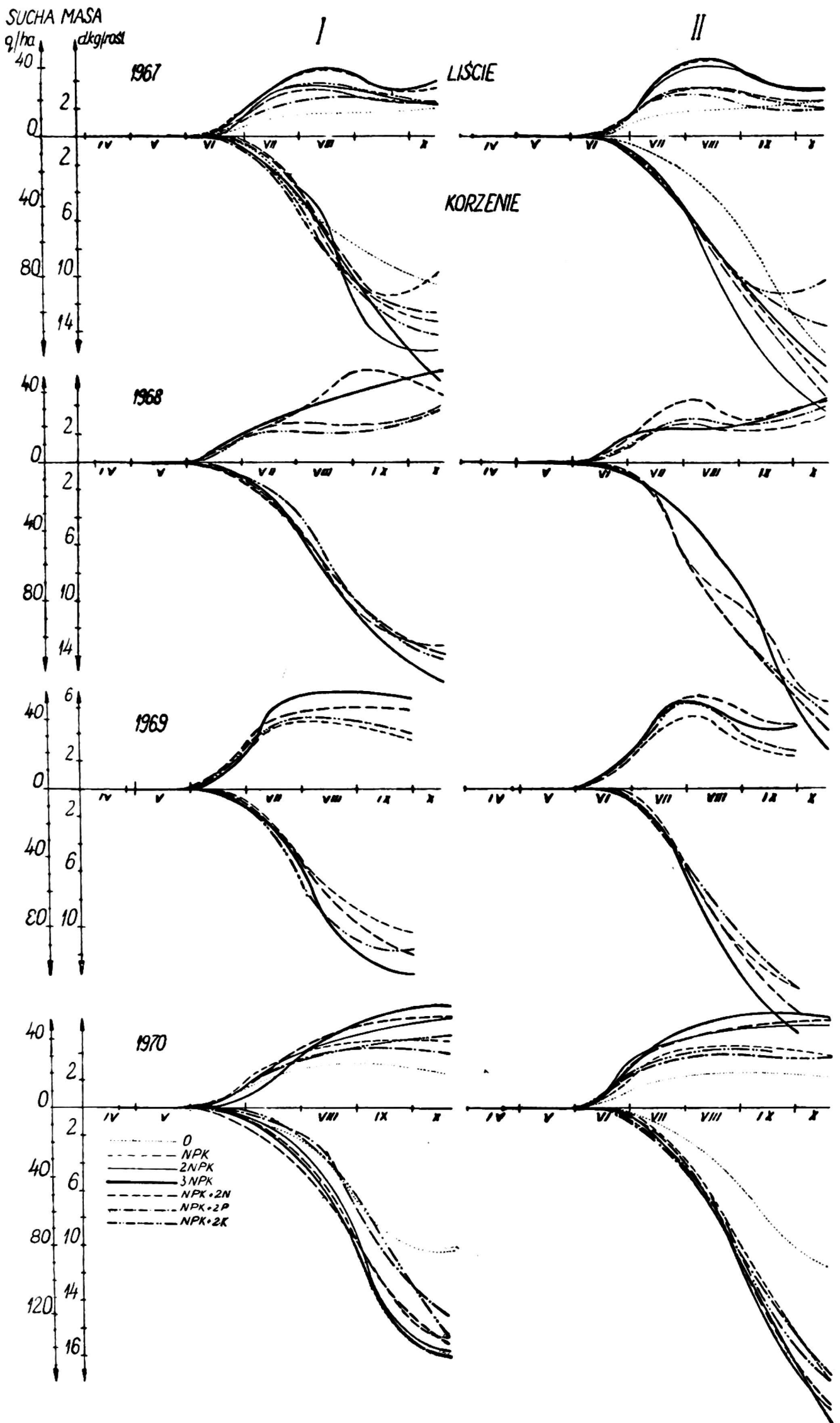
Rys. 6. Zapas wody w masie roślinnej buraków cukrowych
I — nie nawadniane, II — nawadniane

Z przytoczonych wykresów wynika, że zapasy wody w badanych roślinach układały się w sposób charakterystyczny dla gatunku i odmiany rośliny oraz były zależne od wysokości plonów uzyskiwanych w wyniku różnego nawożenia i nawadniania. Im wyższy był plon z 1 ha, tym wyższe były zapasy wody w masie roślinnej na 1 ha. Ta zależność występowała w różnych fazach rozwojowych.

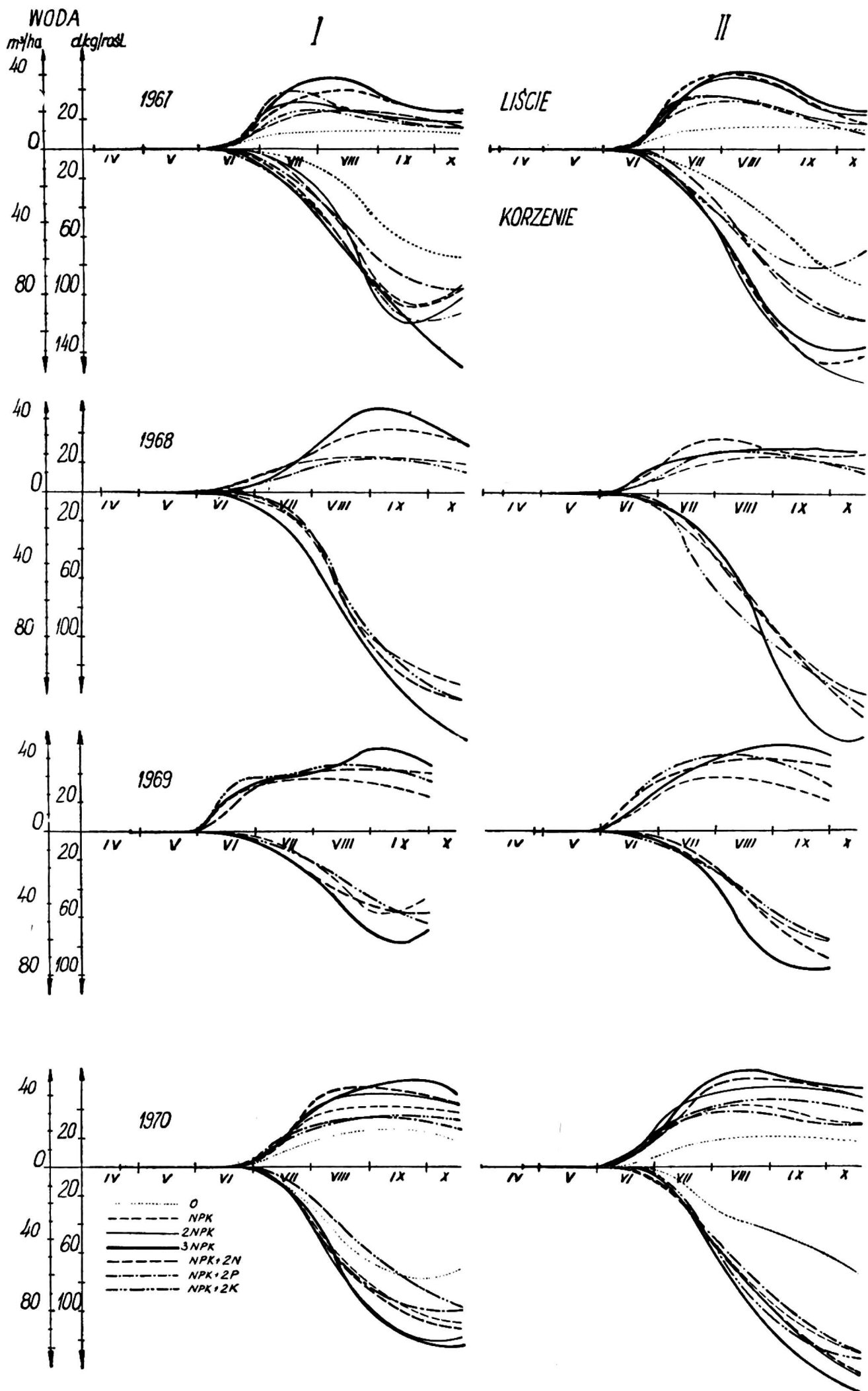
Aby odpowiedzieć na pytanie, jak wpływało nawożenie i nawadnianie na procentową zawartość suchej masy w badanych roślinach lub na ich uwilgotnienie, zestawiono odpowiednie dane w tabelach 1-5.



Rys. 7. Przyrost świeżej masy buraków pastewnych
I — nie nawadniane, II — nawadniane



Rys. 8. Przyrost suchej masy buraków pastewnych
I — nie nawadniane, II — nawadniane



Rys. 9. Zapas wody w masie roślinnej buraków pastewnych
 I — nie nawadniane, II — nawadniane

Tabela 1

Wpływ nawożenia i nawadniania na zawartość suchej masy w ziemniakach
(średnie z lat 1967-1970)

| Nawożenie | Nie nawadniane | | | | | Nawadniane | | | | |
|-----------|------------------|------|------|------|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | terminy oznaczeń | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | \bar{x} | I | II | III | IV | \bar{x} |
| 0 | | 20,8 | 21,1 | 24,5 | 22,1 | | 21,3 | 21,0 | 21,3 | 21,2 |
| NPK | 10,6 | 19,7 | 18,5 | 20,1 | 17,2 | 10,0 | 18,0 | 20,3 | 22,9 | 17,8 |
| 2 NPK | | 22,0 | 18,5 | 20,3 | 20,3 | | 14,4 | 20,3 | 21,2 | 18,6 |
| 3 NPK | 8,3 | 18,3 | 17,0 | 18,5 | 15,5 | | 16,6 | 15,5 | 18,8 | 17,0 |
| NPK + 2 N | 10,0 | 20,4 | 16,8 | 19,2 | 16,6 | | 17,3 | 17,3 | 19,2 | 17,9 |
| NPK + 2 P | | 21,3 | 21,0 | 23,3 | 21,9 | | 14,6 | 20,5 | 22,6 | 19,2 |
| NPK + 2 K | 12,0 | 17,0 | 18,1 | 19,0 | 16,5 | 10,0 | 17,2 | 17,4 | 20,0 | 16,1 |

Tabela 2

Wpływ nawożenia i nawadniania na zawartość suchej masy
w liściach buraków cukrowych w % (średnie z lat 1967-1970)

| Nawożenie | Nie nawadniane | | | | | Nawadniane | | | | |
|-----------|------------------|------|------|------|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | terminy oznaczeń | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | \bar{x} | I | II | III | IV | \bar{x} |
| 0 | 9,7 | 12,4 | 9,9 | 12,8 | 11,2 | 7,7 | 15,6 | 12,4 | 13,7 | 12,3 |
| NPK | 10,4 | 12,6 | 13,6 | 14,1 | 12,7 | 10,7 | 10,6 | 11,8 | 12,1 | 11,3 |
| 2 NPK | 9,4 | 13,4 | 11,2 | 10,6 | 11,1 | 7,4 | 9,4 | 9,7 | 10,4 | 9,2 |
| 3 NPK | 11,4 | 13,2 | 11,1 | 12,9 | 12,1 | 11,6 | 10,8 | 10,4 | 9,2 | 10,5 |
| NPK + 2 N | 11,0 | 13,2 | 13,2 | 14,0 | 12,8 | 10,8 | 10,9 | 11,0 | 10,3 | 10,7 |
| NPK + 2 P | 8,2 | 14,5 | 11,8 | 14,1 | 12,1 | 7,7 | 9,6 | 10,5 | 11,1 | 9,7 |
| NPK + 2 K | 11,8 | 11,6 | 12,1 | 13,5 | 12,2 | 10,2 | 10,3 | 11,8 | 10,0 | 10,6 |

Tabela 3

Wpływ nawożenia i nawadniania na zawartość suchej masy w korzeniach
buraków cukrowych w % (średnie z lat 1967-1970)

| Nawożenie | Nie nawadniane | | | | | Nawadniane | | | | |
|-----------|------------------|------|------|------|-----------|------------|------|------|------|-----------|
| | terminy oznaczeń | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | \bar{x} | I | II | III | IV | \bar{x} |
| 0 | 13,6 | 21,6 | 20,9 | 17,5 | 18,4 | 15,7 | 21,9 | 25,0 | 12,7 | 18,8 |
| NPK | 17,2 | 22,8 | 23,1 | 18,5 | 20,4 | 27,1 | 18,3 | 20,8 | 18,8 | 21,2 |
| 2 NPK | 12,5 | 21,0 | 18,7 | 17,4 | 17,4 | 15,8 | 17,5 | 20,4 | 14,2 | 17,0 |
| 3 NPK | 16,9 | 20,1 | 18,9 | 16,9 | 18,2 | 26,6 | 19,6 | 18,5 | 16,3 | 20,2 |
| NPK + 2 N | 21,5 | 18,2 | 19,8 | 18,1 | 19,4 | 24,4 | 17,1 | 19,2 | 19,2 | 20,0 |
| NPK + 2 P | 13,5 | 26,1 | 19,0 | 17,4 | 19,0 | 15,7 | 16,8 | 20,0 | 17,9 | 17,6 |
| NPK + 2 K | 19,7 | 19,8 | 22,6 | 19,1 | 20,3 | 22,7 | 17,9 | 21,1 | 19,0 | 20,2 |

Należy zwrócić szczególną uwagę na zawartość suchej masy w okresie zbioru. W ziemniakach (tab. 1) nie stwierdzono różnic pod wpływem nawadniania. Zmiany pod wpływem nawożenia wykazywały tendencję

Tabela 4

Wpływ nawożenia i nawadniania na zawartość suchej masy w liściach buraków pastewnych w % (średnie z lat 1967-1970)

| Nawożenie | Nie nawadniane | | | | | | Nawadniane | | | | | |
|-----------|------------------|------|------|------|------|-----------|------------|------|------|------|------|-----------|
| | terminy oznaczeń | | | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | \bar{x} | I | II | III | IV | V | \bar{x} |
| 0 | 10,2 | 18,4 | 11,6 | 11,8 | 15,3 | 15,5 | 11,3 | 11,7 | 10,7 | 12,8 | 14,4 | 12,2 |
| NPK | 9,7 | 11,8 | 12,5 | 11,7 | 13,7 | 11,9 | 9,8 | 9,3 | 10,7 | 10,2 | 14,0 | 10,8 |
| 2 NPK | 9,4 | 12,0 | 9,3 | 11,7 | 13,7 | 11,2 | 8,7 | 8,9 | 9,1 | 10,5 | 12,7 | 9,9 |
| 3 NPK | 9,6 | 11,8 | 10,1 | 8,7 | 12,8 | 10,6 | 9,5 | 8,4 | 9,8 | 8,6 | 11,1 | 9,5 |
| NPK + 2 N | 10,6 | 11,8 | 11,6 | 11,9 | 12,8 | 11,7 | 9,6 | 9,0 | 9,8 | 9,5 | 13,3 | 10,2 |
| NPK + 2 P | 9,6 | 13,4 | 11,1 | 13,3 | 13,4 | 12,2 | 8,9 | 9,0 | 9,1 | 10,9 | 14,9 | 10,6 |
| NPK + 2 K | 8,9 | 11,6 | 10,0 | 9,2 | 14,3 | 10,8 | 9,7 | 9,4 | 9,6 | 8,9 | 16,6 | 10,8 |

Tabela 5

Wpływ nawożenia i nawadniania na zawartość suchej masy w korzeniach buraków pastewnych w % (średnie z lat 1967-1970)

| Nawożenie | Nie nawadniane | | | | | | Nawadniane | | | | | |
|-----------|------------------|------|------|------|------|-----------|------------|------|------|------|------|-----------|
| | terminy oznaczeń | | | | | | | | | | | |
| | I | II | III | IV | V | \bar{x} | I | II | III | IV | V | \bar{x} |
| 0 | 12,0 | 10,6 | 9,8 | 12,7 | 12,7 | 11,6 | 11,5 | 15,5 | 10,1 | 13,7 | 13,9 | 12,9 |
| NPK | 12,0 | 12,6 | 12,0 | 12,2 | 13,4 | 12,4 | 12,9 | 12,2 | 13,0 | 12,9 | 12,6 | 12,7 |
| 2 NPK | 11,8 | 12,3 | 8,3 | 11,8 | 13,0 | 11,4 | 13,8 | 9,4 | 8,8 | 10,4 | 10,9 | 10,7 |
| 3 NPK | 12,7 | 13,7 | 10,5 | 10,8 | 10,4 | 11,6 | 10,9 | 9,3 | 10,3 | 10,7 | 10,8 | 10,4 |
| NPK + 2 N | 12,8 | 14,0 | 10,0 | 9,9 | 8,2 | 11,0 | 12,6 | 10,2 | 10,8 | 12,2 | 9,7 | 11,1 |
| NPK + 2 P | 9,1 | 15,3 | 10,1 | 11,2 | 11,1 | 11,4 | 10,8 | 9,6 | 10,8 | 12,7 | 11,7 | 11,1 |
| NPK + 2 K | 13,0 | 14,5 | 11,9 | 9,4 | 9,8 | 11,7 | 12,5 | 11,0 | 10,9 | 13,3 | 12,7 | 12,0 |

do spadku procentowej zawartości suchej masy w roślinach wysoko nawożonych. Średnia obliczona z dużej liczby oznaczeń w różnych latach i na różnym nawożeniu wynosiła ok. 21% suchej masy, czyli ok. 79% wody w bulwach. Analogicznie procentowa zawartość suchej masy w liściach buraków cukrowych (tab. 2) wynosiła około 10-11%, a w korzeniach (tab. 3) ok. 18,5%, czyli ok. 81,5% wody. Odpowiednie dane dla liści buraków pastewnych (tab. 4) wynoszą ok. 10,5-11,5% suchej masy, a dla korzeni (tab. 5) 11,5% suchej masy.

W większości badanych wypadków potwierdził się wniosek, że zwiększenie dawek NPK, a zwłaszcza N, sprzyjało zwiększeniu wilgotności części nadziemnych i podziemnych rośliny, natomiast wpływ nawadniania był przeważnie nieistotny.

WNIOSKI

Z czteroletnich badań przyrostu masy roślinnej i zapasów wody w roślinach nie deszczowanych i deszczowanych przy różnych dawkach NPK od 0 do 900 kg/ha i różnym stosunku N:P:K wynikają następujące wnioski:

1. Na polach nie nawadnianych największe plony ziemniaków osiągnano przy dawce NPK 300 lub 300 + 2 K, buraków cukrowych przy dawce 300-600 lub 300 + 2 K a buraków pastewnych przy dawce 600-900 kg/ha. Nawadnianie powodowało lepsze wykorzystanie nawozów i wyższe plony.

2. Zwiększenie dawek N powodowało duży przyrost części nadziemnych. Zwiększenie dawek P nie dawało wyraźnych efektów. Zwiększenie dawek K podnosiło plon buraków cukrowych i ziemniaków.

3. Krzywe przyrostu suchej i świeżej masy roślin oraz zapasów wody w badanych roślinach układały się podobnie. Zwiększeniu plonu masy roślinnej towarzyszyło zwiększenie zapasów wody na 1 ha.

4. Nawadnianie nie zwiększało procentowej zawartości wody, natomiast wysokie nawożenie, zwłaszcza azotowe, powodowało często zwiększenie wskaźnika wilgotności badanych roślin w okresie zbioru.

5. Zastosowana metoda próbnich plonów pozwoliła ustalić krzywe przyrostu świeżej i suchej masy części nadziemnych i podziemnych ziemniaków i buraków oraz wpływ nawadniania i nawożenia na dynamikę zapasów wody w roślinach w całym okresie wegetacji.

Данута Дзежиц

ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОСТА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ И ЗАПАСОВ ВОДЫ
В КАРТОФЕЛЕ И СВЕКЛЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ОРОШЕНИЯ И РАЗНЫХ ДОЗ
N, P И K

Резюме

На основании четырехлетних исследований прироста растительной массы и запасов воды в растениях не орошаемых и орошаемых при разных дозах NPK от 0 до 900 кг/га и разном соотношении N:P:K можно заключить следующее:

1. На участках не орошаемых наиболее высокие урожаи картофеля получалось при дозе NPK 300 или 300 + 2 K, сахарной свеклы при дозе 300-600 или 300 + 2 K, кормовой свеклы при дозе 600-900 кг/га. Орошение вызывало лучшие использование удобрения и давало лучшие урожаи.

2. Повышение доз азота вызывало значительный прирост надземных частей. Повышение доз фосфора не давало отчетливых эффектов. Повышение доз калия повышало урожай сахарной свеклы и картофеля.

3. Кривые прироста свежей и сухой масс растений, а также запасов воды в исследуемых культурах располагались так само. Повышению урожая растительной массы сопутствовало увеличение запасов воды на 1 га.

4. Орошение не увеличивало процентного содержимого воды, зато высокое

удобрение, особенно азотное, часто вызывало увеличение указателя влажности исследуемых растений в период уборки.

5. Применимый метод пробных урожаев разрешил определить кривые прироста свежей и сухой масс надземных и подземных частей картофеля и свеклы, а также влияние орошения и удобрения на динамику запасов воды в растениях во весь период вегетации.

Danuta Dzieżyc

CHANGES IN THE INCREASE OF VEGETABLE MATTER AND WATER STORES IN POTATOES AND BEETS UNDER THE INFLUENCE OF IRRIGATION AND DIFFERENT DOSES OF N, P AND K

Summary

Four-year examinations of the increase of vegetable matter and water stores in spray-irrigated and non-spray-irrigated plants at different doses of NPK from 0 to 900 kg/ha and different ratio N:P:K suggest following conclusions:

1. In non-irrigated fields the highest crops of potatoes were obtained at the dose of NPK 300 or + 2 K, sugar beets at 300-600 or 300 + 2 K, and mangolds at 600-900 kg/ha. Irrigation contributed to better utilization of fertilizers and gave higher crops.

2. Increasing the doses of N provoked a considerable increase of the above-ground organs. Increasing the doses of P gave no marked effects. Increasing the doses of K raised the crop of sugar beets and potatoes.

3. The increase curves of fresh and dry plant matter, as well as of water stores, were in the tested plants similar. The increase of vegetable matter crop was accompanied by an increase of water stores per 1 ha.

4. Irrigation did not raise the per cent water content, but high fertilization, especially nitrogen one, often raised the moisture index of the tested plants during harvest.

5. The method of experimental crops allowed to draw the increase curves of fresh and dry matter of the above- and underground parts of potatoes and beets, as well as the influence of irrigation and fertilization on the dynamics of water stores in plants throughout the vegetation period.