

OCENA ZAPOTRZEBOWANIA ZIEMNIAKÓW  
NA OPADY ATMOSFERYCZNE METODĄ MODELOWĄ

Józef Makowiecki

Instytut Śląski w Opolu

Nawadnianie roślin należy traktować jako czynną ingerencję rolnika w procesie wytwarzania użytecznego plonu. Jest to jeden z niezbyt licznych czynników dyspozycyjnych, jaki można użyć do sterowania procesem uprawowym. Aby sztuczne dostarczanie wody na użytki rolne mogło spełniać wspomnianą funkcję, trzeba przede wszystkim poznać warunki wilgotnościowe w kolejnych etapach wzrostu i rozwoju roślin, prowadzące do dużego plonowania. Zatem, nawadnianie należy uważać za zabieg służący do zapewnienia optymalnych dla plonowania warunków wzrostu i rozwoju roślin.

W pracy przedstawiono próbę określenia zapotrzebowania na opady atmosferyczne przy różnych wielkościach plonów - także i maksymalnych - ziemniaków odmiany Lenino, uprawianych na glebach lekkich. Z kolei przeanalizowano wpływ na plony ziemniaków opadów w okresie od wschodów do kwitnienia i od kwitnienia do zasychania źęćów.

METODYKA BADAŃ

Do określenia zapotrzebowania roślin na opady atmosferyczne, zapewniające wysokie plony, zastosowano systemowe podejście do procesu uprawowego, wykorzystując metodę modelową. Uprzednio wykonane prace wykazały przydatność takiej metody do określania zespołu warunków, w jakich wykształcają się duże plony [4, 5].

Do badań metodą modelową potrzebna jest macierz informacji, którą utworzono na podstawie wyników doświadczeń polowych. Obiekty

wchodzące w skład macierzy opisano następującymi elementami procesu uprawowego: 1) plon i jego struktura, 2) przebieg wegetacji, 3) nawożenie mineralne, 4) przebieg pogody w wybranych okresach. W opracowaniu uwzględniono plony bulw i skrobi. Przebieg wegetacji ujęto datami: sadzenia i początków wschodów, kwitnienia, zasychania łętów oraz zbioru. Nawożenie określono dawką azotu, fosforu i potasu w czystym składniku na 1 ha. Warunki meteorologiczne w wydzielonych okresach scharakteryzowano średnią dobową temperaturą powietrza ( $t$ ), sumą opadów atmosferycznych ( $H$ ) oraz wskaźnikiem hydrotermicznym Sielianiowa ( $Ht$ ), który obliczono dla poszczególnych okresów według wzoru:

$$Ht = \frac{\text{suma opadów atmosferycznych} \cdot 10}{\text{suma temperatur średnich dobowych powietrza}}$$

Wyliczony współczynnik hydrotermiczny charakteryzuje uwilgotnienie środowiska w rozpatrywanym okresie [1].

Macierz informacji sporządzono na podstawie wyników badań polowych prowadzonych w latach 1956-1977 w stacjach doświadczalnych oceny odmian podległych Centralnemu Ośrodkowi Badania Odmian Roślin Uprawnych w Słupi Wielkiej. W macierzy tej uwzględniono tylko doświadczenia prowadzone na glebach lekkich, wchodzących do kompleksu żytniego dobrego, a według klasyfikacji zaproponowanej przez Góralczyka [2] - użytku okopowego ze zbożami na glebach lekkich lub zbożowo-okopowego z pastewnymi na glebach lekkich. Były to przeważnie gleby zaliczone do piasków gliniastych mocnych, rzadziej glin lekkich na piaskach. Omawiane gleby zajmują w Polsce 2,5 miliona hektarów pól uprawnych, tj. 16,4% gruntów ornych [6].

W skład macierzy weszło 78 obiektów. Zebrane dane odznaczały się dużą zmiennością wartości cech obiektów użytych do badań, co uzasadnia przydatność ich do szukania zależności między plonem i uwarunkowaniami jego wielkości. Najpierw określono warunki towarzyszące różnym wielkościom - w tym także i maksymalnym - plonów ziemniaków odmiany Lenino, uprawianych na glebach lekkich. Szacunku tego dokonano poprzez grupowanie inkludujące według cechy przyjętej za kryterium podziału, jakim była wielkość plonu [3, 4]. Ze zbioru wszystkich analizowanych obiektów ( $S^0$ ) wydzielono podzbiory obiektów o plonach bulw:

- 1) niższych od średniej całego zbioru ( $S^{-1}$ ),
- 2) niższych od średniej zbioru  $S^{-1}$  ( $S^{-2}$ ),

T a b e l a 1

Warunki towarzyszące zwiększaniu plonów bulw ziemniaków  
odmiany Lenino uprawianych na glebach lekkich

Wyszczególnienie	Symbole zbiorów i podzbiorów obiektów				
	S <sup>-2</sup>	S <sup>-1</sup>	S <sup>0</sup>	S <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>
Liczba obiektów	20	39	78	39	17
Plon bulw w t z ha	20,4	25,0	30,9	36,7	40,7
Plon skrobi w t z ha	3,6	4,3	5,4	6,5	7,1
Data					
sadzenia	29 IV	30 IV	3 V	5 V	2 V
wschodów	2 VI	4 VI	4 VI	4 VI	2 VI
kwitnienia	12 VII	13 VII	14 VII	14 VII	13 VII
zasychania łętów	7 IX	15 IX	19 IX	24 IX	20 IX
zbioru	10 X	9 X	8 X	7 X	5 X
Nawożenie mineralne w kg na ha czystego składnika					
N	82	78	77	75	83
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	85	74	71	67	78
K <sub>2</sub> O	136	127	124	121	136
NPK	303	279	272	263	297
Przebieg pogody w okresach					
od sadzenia do wschodów					
t w °C	14,0	13,5	13,2	13,0	12,6
H w mm	52	65	61	57	61
od wschodów do kwitnienia					
t w °C	17,4	17,3	17,0	16,7	16,9
H w mm	91	89	99	109	118
Ht	1,32	1,34	1,49	1,64	1,81
od kwitnienia do za- sychania łętów					
t w °C	17,9	17,0	16,5	16,0	15,9
H w mm	128	144	148	152	160
Ht	1,23	1,35	1,38	1,40	1,50

t - średnia dobową temperatura powietrza,  
H - suma opadów,  
Ht - współczynnik hydrotermiczny.

3) wyższych od średniej całego zbioru ( $S^1$ ),

4) wyższych od średniej zbioru  $S^1$  ( $S^2$ ).

Dla całego zbioru obiektów ( $S^0$ ), jak i wyodrębnionych podzbiorów ( $S^{-2}$ ,  $S^{-1}$ ,  $S^1$ ,  $S^2$ ), obliczono średnie wartości rozpatrywanych cech. W ten sposób uzyskano pięć modeli procesu uprawowego ziemniaków odmiany Lenino na glebach lekkich, które zestawiono w tabeli 1 kolumnami obok siebie, w kolejności wzrastającego plonu bulw.

Wpływ na plonowanie opadów atmosferycznych w okresie od wschodów do kwitnienia i od kwitnienia do zasychania łętów rozpatrzono, grupując obiekty rozłącznie. Za kryterium podziału przyjęto wielkość opadu atmosferycznego w badanych okresach. Najpierw całą macierz informacji podzielono na pięć grup obiektów o opadach w okresie od wschodów do kwitnienia: 1.  $< 50$  mm, 2. 50-84 mm, 3. 85-119 mm, 4. 120-154 mm, 5.  $\geq 155$  mm. W wydzielonych grupach obliczono średnie wartości cech i zestawiono w tabeli 2. Z kolei macierz informacji

T a b e l a 2

Wpływ opadów atmosferycznych w okresie od wschodów do kwitnienia na plonowanie ziemniaków odmiany Lenino uprawianych na glebach lekkich

Wyszczególnienie	Opady atmosferyczne w okresie od wschodów do kwitnienia w mm				
	$< 50$	50-84	85-119	120-154	$\geq 155$
Liczba obiektów	7	28	19	15	8
Plony w t z ha					
bulw	25,9	29,5	34,3	32,0	31,1
skrobi	4,34	5,22	6,03	5,58	5,72
Data					
sadzenia	1 V	1 V	9 V	30 IV	3 V
wschodów	6 VI	4 VI	7 VI	31 V	3 VI
kwitnienia	13 VII	11 VII	19 VII	11 VII	15 VII
zasychania łętów	23 IX	15 IX	26 IX	15 IX	20 IX
zbioru	11 X	9 X	8 X	4 X	8 X
Nawożenie mineralne w kg na ha czystego składnika					
N	86	78	69	80	73
$P_2O_5$	88	73	60	70	71
$K_2O$	146	124	116	119	133
NPK	320	276	245	269	277

podzielono na cztery grupy obiektów o opadach w okresie od kwitnienia do zasychania łętów: 1. <100 mm, 2. 100-149 mm, 3. 150-199 mm, 4.  $\geq$  200 mm. Obliczone średnie wartości cech zestawiono w tabeli 3.

T a b e l a 3

Wpływ opadów atmosferycznych w okresie od kwitnienia do zasychania łętów na plonowanie ziemniaków odmiany Lenino uprawianych na glebach lekkich

Wyszczególnienie	Opady atmosferyczne w okresie od kwitnienia do zasychania łętów, w mm			
	<100	100-149	150-199	$\geq$ 200
Plony w t z ha				
bulw	28,7	30,4	33,1	30,6
skrobi	4,98	5,35	5,92	5,15
Data				
sadzenia	10 V	2 V	2 V	1 V
wschodów	7 VI	5 VI	3 VI	2 VI
kwitnienia	17 VII	12 VII	13 VII	16 VII
zasychania łętów	19 IX	19 IX	23 IX	19 IX
zbioru	11 X	10 X	6 X	2 X
Nawożenie mineralne w kg na ha czystego składnika				
N	77	85	71	61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	79	74	64	62
K <sub>2</sub> O	146	132	112	99
NPK	302	291	247	222

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

W opracowaniu najpierw usiłowano ustalić optymalne opady atmosferyczne i uwilgotnienie środowiska określone wskaźnikiem hydrotermicznym (Ht) w przyjętych trzech okresach wzrostu i rozwoju ziemniaków odmiany Lenino. W tym celu metodą grupowania inkludującego zbudowano pięć modeli procesu uprawowego, odpowiadające plonom bulw z ha: 20,4,

25,0, 30,9, 36,7 i 40,7 t (tab. 1). W modelach tych uwzględniono nie tylko wielkość opadów i wartość uwilgotnienia środowiska określanego współczynnikiem hydrotermicznym (Ht), ale też i inne ważniejsze elementy procesu uprawowego. Ujęte w tabeli 1 elementy procesu uprawowego informują o ważniejszych warunkach, poza interesującymi nas opadami i współczynnikiem hydrotermicznym, w jakich wykształcał się plon. Analizując zmiany wartości cech, opisujących proces uprawowy, towarzyszące wzrostowi plonów bulw, można ustalić korzystne dla plonowania ich natężenie. Wyniki badań zawarte w tabeli 1 wskazują, iż zwiększeniu plonów bulw towarzyszył w okresie od wschodów do kwitnienia oraz w okresie od kwitnienia do zasychania łątów wyraźny wzrost opadów atmosferycznych i wartość współczynnika hydrotermicznego (Ht). Natomiast nawożenie mineralne nie wykazywało takich zależności. Podobnie i przebieg wegetacji nie różnicował wyraźnie wielkości plonu bulw. Plony bulw najwyższe, tj. 40,7 t z ha, uzyskiwano przy sadzeniu ziemniaków na początku maja, wschodach przypadających na początek czerwca, kwitnieniu na początku drugiej dekady lipca, zasychaniu łątów w końcu drugiej lub na początku trzeciej dekady września i zbiorze w połowie pierwszej dekady października. Do uzyskania tych bardzo wysokich plonów wystarczyło nawożenie wynoszące na 1 ha: 83 kg N, 78 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i 136 kg K<sub>2</sub>O, czyli 297 kg NPK. Wysokie plony bulw osiągnęto w warunkach, kiedy od sadzenia do wschodów spadło około 60 mm deszczu, a w okresie od wschodów do początku kwitnienia temperatura średnia dobową powietrza wynosiła około 16,9 °C, opadów było 118 mm i współczynnik hydrotermiczny Ht = 1,81. Omawiane wysokie plony zbierano w latach, gdy w okresie od początku kwitnienia do rozpoczynania zasychania łątów spadło średnio 160 mm deszczu, wartość Ht = 1,50, średnia dobową temperatura powietrza wynosiła 15,9 °C. Uogólniając, można przyjąć, iż dobremu plonowaniu ziemniaków Lenino na glebach lekkich sprzyjają lata odznaczające się dużymi opadami, szczególnie w okresie od wschodów do kwitnienia i umiarkowanie ciepłe.

Wykonana analiza wykazała, iż wzrostowi plonów bulw towarzyszyło wyraźnie zwiększanie się sumy opadów atmosferycznych w okresie między wschodami i kwitnieniem oraz nieco mniej - od kwitnienia do zasychania łątów. Rozpatrzono zatem, bardziej szczegółowo, wpływ sumy opadów w tych okresach na plonowanie ziemniaków odmiany Lenino. Wyniki badań zestawiono w tabelach 2 i 3. Dane zawarte w tych tabelach pokazują,

iż wzrost sumy opadów do 120 mm w okresie od wschodów do kwitnienia i do 200 mm w okresie od kwitnienia do zasychania łętów sprzyjał zwiększaniu plonów bulw i skrobi, natomiast większe opady wywoływały spadek plonów.

W analizowanym materiale niedobór opadów atmosferycznych w okresie od wschodów do kwitnienia wykazywało 45% obiektów, natomiast w okresie od kwitnienia do zasychania łętów 56% obiektów. Informacje te, mimo iż nie można ich uważać za w pełni reprezentatywne dla całego kraju, przedstawiają w przybliżeniu skalę potrzeb dodatkowych nawodnień ziemniaków późnych, uprawianych na glebach lekkich.

### WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań nasuwają się następujące wnioski:

1. Do uzyskania dużych plonów ziemniaków nieodzowne są odpowiednio wysokie opady atmosferyczne w kolejnych okresach wzrostu i rozwoju. Niższe, a także i wyższe opady od optymalnych, wpływają ujemnie na plonowanie. Zatem, sztuczne nawadnianie należy traktować jako uzupełnienie naturalnych opadów.

2. Przedstawiona w opracowaniu metoda modelowa pozwala oszacować potrzeby roślin na opady atmosferyczne w różnych okresach ich wzrostu i rozwoju, niezbędne dla wysokiego plonowania.

### LITERATURA

1. Borowiec S.: Agroekologia. Szczecin 1970.
2. Góralczyk J.: Przyrodnicza rejonizacja obszarów rolniczych w Polsce (zarys syntezy) Opole 1977.
3. Góralczyk J.: Warunki zwiększania nadwyżek zbożowych w gospodarstwach indywidualnych, cz. I. Opole 1970.
4. Makowiecki J.: Próba optymalizacji agrotechniki na przykładzie uprawy pszenicy ozimej. Opole 1975.
5. Makowiecki J.: Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 224, 63-72, 1979.
6. Rolnicza przestrzeń produkcyjna Polski w liczbach. Pod red. T. Witka. Puławy 1975.

Ю. Маковецки

ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ  
МОДЕЛЬНЫМ МЕТОДОМ

## Р е з ю м е

В работе представлен модельный метод определения потребности в атмосферных осадках картофеля вида Ленино, возделываемого на легких почвах. Сперва представлены модели потребностей в осадках на фоне избранных элементов процесса возделывания, отвечающие урожаям клубней с га: 20,4, 25,0, 40,7 т (табл. 1), потом рассматривалось влияние атмосферных осадков на величину урожая в период от всходов до цветения (табл. 2), и от цветения до засыхания картофельной ботвы (табл. 3). Наиболее высокие урожаи картофеля Ленино, возделываемого на легких почвах, были получены в условиях, когда в период от всходов до цветения осадки составляли 118 мм и высчитанная величина гидротермического коэффициента  $\Gamma_t = 1,81$ , а в период от цветения до засыхания картофельной ботвы осадки составляли 160 мм и  $\Gamma_t = 1,50$  (табл. 1). Исследования показали, что атмосферные осадки как меньше так и больше, чем оптимальные, отрицательно влияют на величину урожая клубней, а также крахмала (табл. 2 и 3).

J. Makowiecki

REQUIREMENT OF POTATOES FOR ATMOSPHERIC PRECIPITATION  
ASSESSED WITH A MODEL METHOD

## S u m m a r y

There is presented a model method of determining the atmospheric precipitation requirement by the Lenino variety potatoes grown on light soils. First, there are presented models of precipitation requirements against the background of selected elements of the cultivation process corresponding to 20.4, 25.0 and 40.7 ton of tuber yields per a hectare (Tab. 1). Then, there is considered the influence of atmospheric precipitation on the amount of yields from emergence to blooming (Tab. 2) and from blooming to drying up of haulms



(Tab. 3). The highest yields of the Lenino potatoes grown on light soils were obtained with 118 mm precipitation and calculated value of the hydrothermal coefficient  $Ht = 1.81$  from emergence to blooming, and with 160 mm precipitation and  $Ht = 1.50$  from blooming to drying up of haulms (Tab. 1). Atmospheric precipitations higher or lower than optimum appeared to negatively influence the amount of both tuber and starch yields (Tab. 2 and 3).