

LEON ZUB

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa — Puławy

## OBSERWACJE NAD WPŁYWEM CZYNNIKÓW METEOROLOGICZNYCH NA PLONOWANIE I JAKOŚĆ CHMIELU W REJONIE PUŁAW ZA OKRES 1951—1957 R.

Wymagania chmielu w odniesieniu do warunków klimatycznych są znacznie większe niż innych roślin uprawnych. Klimat, a ściślej mówiąc rozkład czynników meteorologicznych w okresie wegetacji, ogranicza zasięg uprawy chmielu do pewnych dość ściśle zakreślonych rejonów. Nic też dziwnego, że większość autorów w pracach swoich zagadnieniu temu poświęca wiele uwagi. W większości przypadków ogranicza się to do podawania takich danych, jak suma opadów, średnia temperatura powietrza w okresie wegetacyjnym itp., co w chwili obecnej wydaje się niewystarczające.

Sprawa ta wiąże się nie tylko z wysokością plonów, ale (co najważniejsze) z chemiczną oceną surowca chmielarskiego, który od kilku lat jest ponownie przedmiotem eksportu. Dawniej przy transakcjach handlowych ocena wartości chmielu dokonywana była głównie na podstawie jego cech zewnętrznych. Dużą uwagę przywiązywano również do pochodzenia, czyli tzw. proveniencji, co niewątpliwie musiało wynikać z odmiennych warunków klimatycznych. Obecnie o jakości chmielu i jego wartości decyduje przede wszystkim jego skład chemiczny, a wyniki oceny organoleptycznej są również brane pod uwagę, ale znaczenie ich jest raczej drugorzędne. Przy uprawie chmielu, którego skład chemiczny ze względu na jego specyfikę jest bardzo skomplikowany, uzależnienie plonu oraz jakości surowca od klimatu wydaje się zbyt uproszczone. Naszym zdaniem należy prowadzić bardziej szczegółowe badania nad wpływem poszczególnych czynników meteorologicznych, które niewątpliwie odgrywają bardzo ważną rolę.

W niniejszej publikacji zajmiemy się omówieniem oraz przeanalizowaniem plonowania chmielu w rejonie Puław na przestrzeni siedmiu lat, ze szczególnym uwzględnieniem ważniejszych czynników meteorologicznych.

Myślą przewodnią jest stwierdzenie, jaki układ omawianych czynników jest dla plonowania chmielu najkorzystniejszy oraz który z nich i w jakim stopniu decyduje o jakości chmielu, a głównie jego składzie chemicznym.

Zagadnienie to ma duże znaczenie z uwagi na dalszą rozbudowę i lokalizację plantacji chmielu w poszczególnych rejonach naszego kraju, a ponadto może posłużyć jako wskazówka, którą należy się kierować przy hodowli nowych odmian.

### *Lokalizacja i materiały*

Obserwacje przeprowadzono na doświadczalnych plantacjach chmielu Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, położonych na trzech odmiennych typach gleb, a mianowicie: plantacja w Puławach (na Kępie) gleba mada nadwiślańska; plantacja w Garbowie less głęboki; plantacja w Osinach czarna ziemia i częściowo gleba bielkowa średnia. Uprawę, pielęgnację i zabiegi fitopatologiczne na wszystkich plantacjach przeprowadzono pod nadzorem personelu naukowego.

Dane meteorologiczne podano według notowań stacji meteorologicznej w Puławach. Omawiane plantacje pod względem położenia stanowią trójkąt o bokach 25 km, 20 km i 10 km. Powierzchnia poszczególnych plantacji waha się w granicach od 6 do 7 ha, w sumie około 20 ha. Wiek plantacji, z wyjątkiem jednej kwatery w Garbowie, która pozostała z okresu międzywojennego ( $\pm 1,30$  ha), jest mniej więcej jednakowy.

### *Przegląd piśmiennictwa*

Zagadnieniem wpływu warunków klimatycznych na plonowanie chmielu z punktu widzenia czynników ogólnoklimatycznych (nie ekologicznych) zajmowało się szereg autorów prowadzących badania nad tą rośliną, względnie opracowujących wskazówki o zakładaniu i prowadzeniu tego rodzaju plantacji.

Fruwirth (2) podaje następujące „strefy uprawy chmielu” dla poszczególnych kontynentów: Europa od  $46^\circ$  do  $60^\circ$  geograficznej szerokości północnej, Ameryka Północna od  $36^\circ$  do  $45^\circ$  na wschodnim wybrzeżu, oraz od  $26^\circ$  do  $55^\circ$  na zachodzie. W Australii od  $30^\circ$  do  $40^\circ$  szerokości. Spirhanzl (10), opisując wymagania klimatyczne poszczególnych kultur uprawnych, podaje dla chmielu szereg szczegółowych danych, jak np. najniższą oraz optymalną temperaturę powietrza zapewniającą prawidłowy wzrost i rozwój tej rośliny w poszczególnych rejonach uprawy chmielu w Czechosłowacji. W pracach Mohla (6) oraz Linke (5) znajdujemy ogólne opisy warunków klimatycznych w znanych ośrodkach uprawy chmielu na terenie Niemiec i Czechosłowacji.

Na specjalną uwagę zasługują badania przeprowadzone przez Osvalda (7), który zagadnieniu temu poświęcił oddzielną rozprawę. Badał on mianowicie wpływ przebiegu pogody na rozwój i budowę szyszki chmielowej w rejonie Žatca w Czechosłowacji i doszedł do wniosku, że nie sumą po-

szczególnych czynników meteorologicznych, ale ich rozkład w ciągu okresu wegetacyjnego decyduje o warunkach rozwoju chmielu w danym roku.

Zazworka i Zima (11) zwracają uwagę na mikroklimat, który ich zdaniem ma duży wpływ nie tylko na plon, ale i jakość chmielu. Z pracy Antipoviča (1) wynika, że ceniony przez piwowarów aromat chmielu oraz związane z tym gromadzenie się olejków eterycznych odbywa się w określonych warunkach nasłonecznienia. O wpływie czynników meteorologicznych na plonowanie chmielu pisze również Garbuzowa (3). Stwierdziła ona, że w okresie formowania szyszek chmielowych ogromny wpływ na ich wartość ma temperatura oraz wilgotność powietrza. Do podobnych wniosków dochodzi w swej pracy Židko (14).

W naszej literaturze ważną pozycję stanowi praca Rogozińskiego (9) poświęcona analizie plonowania chmielu w rejonie lubelskim. Autor zajmuje się głównie długością poszczególnych okresów rozwojowych chmielu w latach 1950—1954.

#### *Przebieg czynników meteorologicznych i ich wpływ na terminy rozpoczęcia ważniejszych prac uprawowych przy chmielu*

Przy uprawie chmielu czynniki meteorologiczne odgrywają ważną rolę z dwóch zasadniczych przyczyn: 1) warunków zapewniających należyty wzrost i rozwój rośliny, co ma bezpośredni związek z plonowaniem, 2) rozwoju chorób i występowania szkodników powodujących w konsekwencji niskie zbiory i gorszą jakość surowca.

Stwierdzono, że najważniejszym czynnikiem warunkującym plonowanie i jakość chmielu są warunki klimatyczno-ekologiczne, a ściślej mówiąc ich układ w poszczególnych fazach rozwojowych chmielu. Do chwili obecnej na czynnik ten nie mamy prawie żadnego wpływu i dlatego dość często jesteśmy świadkami lat mało urodzajnych. Dodać należy, że cena surowca chmielowego w takich latach osiąga zawrotną wartość, gdyż, jak wiadomo, chmiel nie nadaje się do dłuższego przechowania.

Z tego też względu możliwie dokładne poznanie poszczególnych czynników meteorologicznych, mających wpływ na plonowanie tej trudnej do uprawy a zarazem dość „kapryśnej” rośliny jest dla nas bardzo ważne. Z praktyki rolniczej wiadomo, że dość często okres poprzedzający wykonanie jakiejś czynności względnie zabiegu, a który głównie zależy od pogody, ma duży wpływ na jego skuteczność. W związku z tym interesują nas takie okresy, jak przedwiośnie, wiosna, początek lata, lato oraz początek jesieni.

Za okres przedwiośnia w naszych warunkach można przyjąć marzec, który w omawianym okresie (pod względem pogody) był bardzo rozmaity. Średnia miesięczna temperatura powietrza, opady oraz nasłonecznienie w marcu,



	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Średnia temperatura powietrza	1,3	—4,2	2,4	2,6	0,9	—2,1	2,2
Suma opadów w mm	43,7	29,5	7,8	16,3	16,5	29,2	20,6
Nasłonecznienie w godz.	61,4	143,7	175,2	87,7	102,8	159,3	158,0

Pod względem temperatury powietrza, mającej duży wpływ na termin rozpoczęcia wiosennych prac na plantacji chmielu, najlepsze były lata 1953, 1954, 1957. Odznaczały się one przy tym stosunkowo małą ilością opadów w tym okresie, co sprzyjało szybkiemu nagrzewaniu się gleby.



Fot. 1. Chmiel w okresie kwitnienia. Plantacja IUNG w Garbowie

Fot. M. Spóz

Czas trwania bardzo ważnej czynności, jaką jest przycinanie karp na wiosnę, zależy od ilości siły roboczej. Ponieważ obserwacje przepro-



wadzano na plantacjach doświadczalnych, gdzie ilość robocizny dostosowana jest do obszaru plantacji, dlatego czynnika tego nie bierzemy pod uwagę. Interesuje nas termin rozpoczęcia tej pracy w poszczególnych latach, co ma ścisły związek z temperaturą powietrza oraz (do pewnego stopnia) rodzajem gleby. Okres wiosenny, tj. kwiecień i maj, przy uprawie chmielu ma duże znaczenie z tego względu, że w czasie tym są wschody chmielu oraz pojawia się znany szkodnik nazywany pleszką chmielową (*Psylliodes attenuata*). Owad ten, zależnie od przebiegu warunków meteorologicznych w tym okresie, może żerować na młodych pędach chmielu przez okres 10—15 dni, składając jednocześnie jajeczka, z których w lipcu wylęga się drugie pokolenie uskrzydłone, wyrządzając w tym czasie ogromne spustoszenia na skutek dziurawienia listków szyszek.

Tabela 1

Terminy rozpoczęcia oraz czas trwania wiosennego przycinania „kastracji” karp chmielowych

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiek- tami	Średnia temp. powie- trza w °C	Suma tempe- ratur	Opady w mm	Nasło- necz- nienie w godz.
1951	2. IV — 24. IV = 23 dni	6 dni	7,6	174,9	25,2	168,8
1952	25. IV — 15. V = 21 „	8 „	14,71	308,9	21,5	73,2
1953	18. IV — 3. V = 16 „	5 „	10,26	164,2	5,5	120,5
1954	31. III — 16. IV = 17 „	3 „	4,49	76,3	36,8	47,9
1955	13. IV — 10. V = 28 „	8 „	8,68	243,0	29,7	134,7
1956	13. IV — 10. V = 28 „	8 „	9,92	277,7	15,5	94,9
1957	21. IV — 26. IV = 25 „	12 „	7,46	186,6	16,2	83,7

Tabela 2

Układ czynników meteorologicznych w kwietniu i maju

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Średnia temperatura powietrza	9,4	11,0	8,8	5,1	4,8	6,4	8,9
IV. Suma opadów w mm	38,4	20,2	17,7	49,1	26,9	13,3	24,1
Nasłonecznienie w godz.	235,1	214,3	201,1	114,5	121,0	73,2	173,3
Średnia temperatura powietrza	12,6	12,0	13,8	13,4	11,6	13,0	10,6
V. Suma opadów w mm	86,2	36,8	23,7	62,8	59,1	20,4	43,5
Nasłonecznienie w godz.	181,7	191,6	234,5	203,3	178,0	206,0	150,6

Orientując się na podstawie powyższych danych można by przypuszczać, że wysoka średnia temperatura powietrza w kwietniu w latach

1951, 1952, 1953 i 1957 przy umiarkowanych opadach i dużym nasłonecznieniu stwarzała dobre warunki dla wykonania wiosennych prac, a zwłaszcza „kastracji”, zapewniając przy tym szybkie wschody. Wnioskowanie takie byłoby zbyt pochopne, gdyż średnia miesięczna nie mówi nam o przebiegu pogody oraz ewentualnych wahaniach, na co chmiel jest bardzo wrażliwy. W rzeczywistości najkorzystniejszy dla wzrostu chmielu przebieg pogody w okresie wiosny (kwiecień i maj) był w latach 1951, 1953, 1954 oraz w pewnym stopniu w 1957 r. Ponieważ w czasie tym chmiel korzysta z zapasów wilgoci pochodzącej z okresu zimy, ilość opadów nie odgrywa takiej roli, jak ciepło i światło. Dało się zauważyć, że większe spadki temperatury (zwłaszcza w drugiej połowie maja) powodują jakieś zmiany w wierzchołkach wzrostu, co w późniejszym czasie odbija się ujemnie w postaci słabszego kwitnienia i mniejszej obsady szyszek, zaobserwowano to w 1952 r. Jak podaje Panowicz (8), ostatnie wiosenne przymrozki przypadają w Puławach w czasie między 25. III a 24. V.

Ważny ze względu na wzrost chmielu oraz rozwój bocznych pędów jest początek lata, przypadający w naszych warunkach w czerwcu. W omawianym okresie czasu przebieg warunków meteorologicznych przedstawia tabela 3.

Tabela 3

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Średnia temperatura powietrza	18,0	16,1	18,3	18,8	16,1	18,0	18,5
Suma opadów w mm	59,9	133,9	85,7	62,7	84,4	55,4	61,3
Nasłonecznienie w godz.	274,2	225,6	234,2	221,2	204,1	206,7	272,1

Jako pomyślne dla uprawy chmielu były lata 1951, 1953, 1954 i 1957. Zdecydowanie najgorszy był 1956 r., w którym, pomimo wysokiej średniej miesięcznej temperatury, układ w poszczególnych dekadach był wyjątkowo niekorzystny. W czasie tym, przy sprzyjających warunkach meteorologiczno-ekologicznych, dobowe przyrosty chmielu mogą wynosić do 35 cm. Chmiel w tym czasie wrażliwy jest na dwa czynniki: ciepło i wilgoć (13). Niedobór tych czynników ogranicza wzrost chmielu, natomiast nadmiar powoduje wystąpienie niektórych chorób i szkodników. Znane są lata, jak np. 1956, w którym silne porażenie plantacji chmielu przez mączniaka rzekomego (*Pseudoperonospora humuli*) było główną przyczyną nieurodzaju chmielu.

Śledząc kolejność wykonywania ważniejszych prac przy uprawie musimy zwrócić uwagę na termin naprowadzania młodych pędów na przewodniki. Czynność ta w omawianym czasie wykonana była w ter-

minach podanych w tabeli 4. Interesuje nas głównie termin rozpoczęcia tej pracy oraz długość okresu, w którym rośliny osiągnęły niezbędną wysokość, co zależy od warunków meteorologicznych w danym roku. Najkrócej omawiany okres trwał w 1951 i 1953 r., a najdłużej w 1952 i 1956 r.

Tabela 4

Terminy rozpoczęcia oraz długość trwania okresu naprowadzania pędów chmielu na przewodniki (czas osiągnięcia przez rośliny  $\pm 50$  cm)

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiektami	Średnia temp. powietrza w °C	Suma temperatur	Opady w mm	Nasłonecznienie w godz.
1951	30. V — 10. VI = 12 dni	1 dzień	15,33	183,9	12,2	115,6
1952	18. V — 12. VI = 26 „	3 dni	12,48	324,6	71,9	159,7
1953	20. V — 3. VI = 15 „	3 „	16,57	248,5	46,0	114,9
1954	28. IV — 18. V = 21 „	4 „	13,87	291,3	23,6	172,6
1955	15. V — 2. VI = 19 „	4 „	9,71	184,4	52,7	78,8
1956	11. V — 7. VI = 28 „	3 „	15,70	439,7	15,0	239,5
1957	27. IV — 20. V = 24 „	2 „	11,78	282,6	51,3	153,4

Innym z ważnych wskaźników, na podstawie którego możemy orientować się o przebiegu warunków meteorologicznych na początku lata, jest moment osiągnięcia przez rośliny pułapu siatki. Na tej podstawie możemy wnioskować, jak duże były przyrosty roślin. W tabeli 5 podano, w jakim czasie osiągnęły rośliny pułap siatki. Jak widać, najszybciej rósł chmiel w latach 1953, 1954 i 1957.

Tabela 5

Zestawienia układu czynników meteorologicznych w okresie dorastania roślin do pułapu siatki tj. wysokości 750 cm

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiektami	Średnia temp. powietrza w °C	Suma temperatur	Opady w mm	Nasłonecznienie w godz.
1951	20. VI — 10. VII = 20 dni	6 dni	18,14	381,0	49,6	184,3
1952	22. VI — 15. VII = 24 „	4 „	18,68	448,3	46,8	251,5
1953	17. VI — 30. VI = 14 „	5 „	20,26	283,6	4,6	141,0
1954	13. VI — 30. VI = 18 „	2 „	20,40	367,2	15,8	145,2
1955	28. VI — 17. VII = 20 „	3 „	19,06	381,2	73,4	123,2
1956	30. VI — 27. VII = 13 „	jednakowo	17,29	224,8	16,9	94,3
1957	25. VI — 2. VII = 8 „	„	18,26	146,2	23,7	79,8



Pełnia lata, tj. lipiec i sierpień, są dla uprawy chmielu niezmiernie ważne z tego względu, że w okresie tym odbywa się formowanie szypek, dojrzewanie i początek zbioru. Są to jak widać momenty, które decydują o jakości produkowanego surowca.

Tabela 6

## Układ czynników meteorologicznych w lipcu i sierpniu

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Średnia temp. powietrza	18,6	19,0	20,3	17,3	19,1	17,5	18,8
VII. Suma opadów w mm	72,0	18,7	50,0	83,8	101,7	108,2	106,3
Nasłonecznienie w godz.	257,7	315,7	265,6	157,0	218,0	208,9	196,8
Średnia temp. powietrza	20,4	19,5	17,2	17,8	19,1	15,8	16,5
VIII. Suma opadów w mm	3,2	49,1	50,7	45,7	66,0	87,9	119,8
Nasłonecznienie w godz.	244,5	236,6	213,6	226,9	201,0	169,8	201,2

Rok 1954, który w poprzednich miesiącach odznaczał się na równi z latami 1953, 1957 korzystnym przebiegiem pogody, w lipcu i sierpniu wykazał różnice na niekorzyść. Aczkolwiek podane w tabeli 6 dane liczbowe nie uwidaczniają tego wyraźnie (są to średnie miesięczne), to przy rozpatrywaniu szczegółowym poszczególnych dekad stwierdzamy szkodliwe w tym czasie spadki temperatury względnie raptowne wzrosty.

Ostatnim miesiącem wegetacji chmielu jest wrzesień, to jest okres, kiedy szyszki chmielowe po osiągnięciu dojrzałości techniczno-użytkowej powinny być zerwane. W naszych warunkach klimatycznych zbiór chmielu rozpoczyna się przeważnie już w połowie sierpnia i trwa, zależnie od przebiegu pogody oraz ilości siły roboczej, do 1—2 dekady września.

Przebieg pogody we wrześniu nie ma już zasadniczego wpływu na jakość chmielu, ani też jego plon, a jedynie do pewnego stopnia na czas trwania zbiorów. Przebieg warunków meteorologicznych we wrześniu w okresie 1951—1957 przedstawia tabela 7.

Tabela 7

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Średnia temp. powietrza	15,6	12,0	13,7	14,6	14,8	12,8	12,3
Suma opadów w mm	1,6	134,0	41,7	41,9	22,8	44,4	69,0
Nasłonecznienie w godz.	181,6	100,0	174,3	170,0	191,1	175,7	142,5

Jak wynika z przytoczonych danych, najchłodniejszy a zarazem najmniej słoneczny i wyjątkowo obfitujący w opady był wrzesień 1952 r. Bardzo ciepło, sucho a jednocześnie słonecznie było w 1951 r., pozostałe lata nie wykazują większych wahań.

Aby mieć lepszy obraz przebiegu pogody w omawianym okresie czasu, zestawiliśmy w tabeli 8 sumy i średnie czynników meteorologicznych za czas od 1. III do 30. IX.

Tabela 8

	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Suma średnich temp. powietrza	2.928,0	2.606,3	2.888,3	2.771,6	2.578,4	2.478,5	2.682,4
Średnia temp. powietrza	13,7	12,2	13,5	12,9	12,1	11,6	12,5
Suma opadów w mm	305,0	422,2	277,3	362,3	377,4	358,8	436,5
Liczba dni bez opadów	140	116	143	119	126	131	132
Liczba godz. nasłonecznionych	1446,2	1427,5	1498,5	1180,7	1217,0	1199,6	1304,5

Widzimy, że przebieg warunków meteorologicznych w 1956 r. był dla uprawy chmielu wyraźnie niekorzystny (chłodno, dużo opadów, mało słońca), co niewątpliwie musiało ujemnie wpłynąć na plonowanie i jakość surowca. Dla lepszej orientacji podajemy wykres (rys. 1) obrazujący wahania temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym 1953, 1956, i 1957, tj. roku o rekordowym urodzaju, roku nieurodzajnego i roku o dobrym urodzaju..

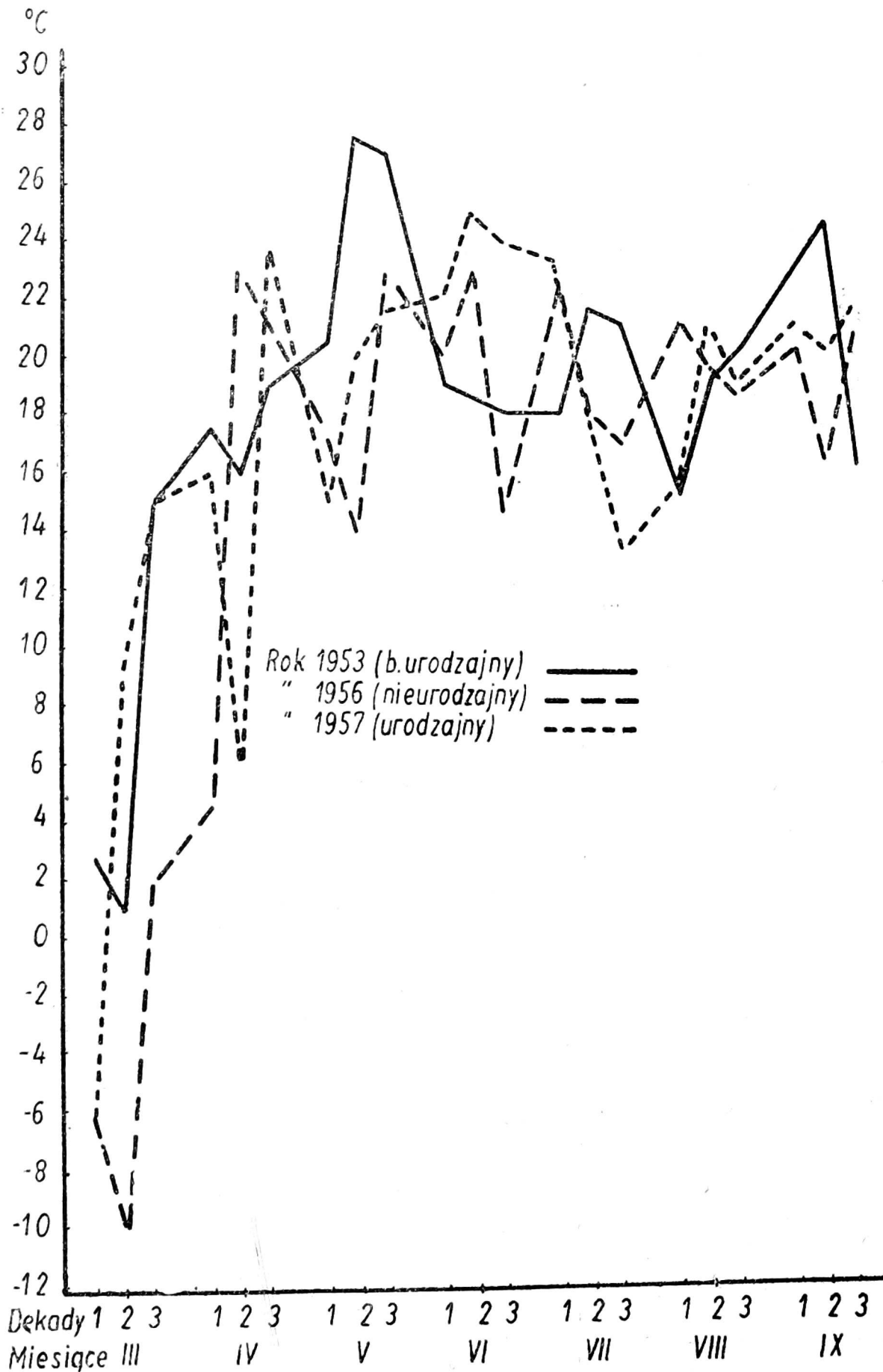
#### Obserwacje nad przebiegiem ważniejszych okresów rozwoju chmielu

W wyniku długoletnich obserwacji nad przebiegiem wzrostu i rozwoju chmielu dało się zauważyć, że okres wegetacyjny tej rośliny w poszczególnych latach wynosił od 101 do 121 dni. Większe różnice stwierdzono w czasie trwania poszczególnych okresów rozwojowych (faz), które zależą wyłącznie od przebiegu warunków meteorologicznych w tym czasie.

Tabela 9

#### Zestawienie układów czynników meteorologicznych w okresie wschodów chmielu

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiektami	Średnia temp. powietrza w °C	Suma temperatur	Opady w mm	Nasłonecznienie w godz.
1951	20. IV—15. V = 26 dni	4 dni	11,66	303,1	76,5	158,0
1952	8. V —26. V = 19 „	9 „	10,28	195,4	27,8	93,9
1953	6. V —20. V = 15 „	1 dzień	11,25	168,8	7,6	96,2
1954	15. IV— 2. V = 18 „	7 dni	6,43	115,8	29,3	89,0
1955	2. V —16. V = 15 „	6 „	13,41	201,2	16,1	97,2
1956	30. IV—28. V = 29 „	6 „	12,68	367,8	20,4	173,3
1957	16. IV— 6. V = 21 „	9 „	10,00	210,1	22,8	102,7



Rys. 1. Wahania temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym

Dopatrując się przyczyny różnic w plonowaniu chmielu w poszczególnych latach, konieczne jest zapoznanie się z terminami oraz długością ważniejszych okresów rozwojowych tej rośliny, zależnie od czynników



meteorologicznych. Jednym z nich będzie okres wybijania młodych pędów na powierzchnię ziemi, czyli wschody chmielu.

Najkrócej omawiany okres trwał w latach 1953 i 1955, a najdłużej w 1951 i 1956. Pomimo wysokiej średniej temperatury oraz dobrego nasłonecznienia w 1956 r. duże wahania temperatury były główną przyczyną przedłużenia oraz niepomyślnego przebiegu tego okresu.

Następnie niezmiernie ważnym okresem mającym duży wpływ na plonowanie chmielu jest kwitnienie. Oprócz temperatury powietrza duży wpływ na przebieg kwitnienia chmielu ma również ilość opadów w tym czasie. Nadmierne, a zwłaszcza długotrwałe opady, są szkodliwe.

Tabela 10

Zestawienie układu czynników meteorologicznych w okresie kwitnienia chmielu

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiek- tami	Średnia temp. powie- trza w °C	Suma tempe- ratur	Opady w mm	Nasło- necz- nienie w godz.
1951	23. VI —19. VII = 27 dni	9 dni	19,57	528,4	72,0	251,6
1952	29. VI —20. VII = 22 „	4 „	19,47	428,4	17,9	230,8
1953	21. VI —15. VII = 25 „	1 dzień	20,31	507,8	22,3	235,2
1954	19. VI —14. VII = 26 „	2 dni	19,36	503,4	42,9	165,0
1955	6. VII—28. VII = 23 „	1 dzień	19,34	444,9	55,8	164,3
1956	5. VII—26. VII = 22 „	4 dni	16,85	370,7	91,3	134,9
1957	29. VI —20. VII = 22 „	2 „	20,16	443,6	80,1	178,5

Termin zakwitania i długość okresu kwitnienia w poszczególnych latach zależy od temperatury powietrza, nasłonecznienia oraz ilości i rozkładu opadów. W czasie tym, jak podaje Garbusowa (9), pożądana jest: „w miarę wysoka temperatura oraz odpowiednia wilgotność powietrza”, co zgodne jest z naszymi obserwacjami. Najpomyślniejszy przebieg kwitnienia był w 1953 a najgorszy w 1956 r.

Ostatnim wreszcie okresem jest moment osiągnięcia przez rośliny dojrzałości techniczno-użytkowej. Liczbę dni od wschodów chmielu do tego czasu nazywamy okresem wegetacyjnym, który, zależnie od przebiegu pogody w danym roku, może się wahać (w naszych warunkach) od 101 do 121 dni.

Z przytoczonych w tabeli 11 liczb wynika, że techniczno-użytkowa dojrzałość następuje około połowy sierpnia. Warto jeszcze wspomnieć o okresie poprzedzającym dojrzałość, którego przebieg ma decydujący wpływ na jakość surowca. W czasie tym, jak stwierdził Osvald (7) oraz inni autorzy (1, 4, 5, 6), ogromny wpływ ma nasłonecznienie z uwagi na tworzenie się w tym okresie wonnych olejków eterycznych i kwasów gorzko-

Tabela 11

Zestawienie układów czynników meteorologicznych w ciągu całego okresu wegetacyjnego chmielu

Rok	Długość trwania okresu od — do	Różnica między obiek- tami	Średnia temp. powie- trza w °C	Suma tempe- ratur	Opady w mm	Nasło- necz- nienie w godz.
1951	20. IV—16. VIII = 120 dni	4 dni	16,29	1955,3	228,8	929,1
1952	8. V —16. VIII = 101 „	4 „	16,85	1699,8	196,3	840,3
1953	6. V —16. VIII = 103 „	2 „	17,50	1802,0	168,8	828,3
1954	15. IV—13. VIII = 121 „	5 „	15,60	1888,1	308,7	810,6
1955	1. V —12. VIII = 104 „	5 „	15,73	1652,1	251,4	664,9
1956	30. IV—19. VIII = 112 „	8 „	15,90	1797,2	225,8	738,1
1957	16. IV—12. VIII = 119 „	6 „	15,53	1848,2	272,2	791,1

chmielowych wysoko cenionych przy wyrobie piwa. Najmniejszą liczbę godzin nasłonecznienia w sierpniu, jak również niepomysłny rozkład innych czynników meteorologicznych, zanotowano w 1956 r., który, jak wspominaliśmy, był dla uprawy chmielu wyjątkowo niekorzystny.

Wprawdzie działanie czynnika termicznego na pomyślny przebieg wszystkich faz rozwojowych jest dość wyraźne i nie może być kwestionowane, to jednak daje się zauważyć zdecydowany wpływ zespołu czynników względnie ich wzajemnego układu. Z tego też względu przy ocenie warunków meteorologicznych na rozwój chmielu w poszczególnych latach nie można brać pod uwagę sumy poszczególnych czynników, lecz ich rozkład w ciągu okresu wegetacji oraz wzajemny stosunek.

#### *Wyniki plonowania chmielu oraz jego jakość*

Jednym z najbardziej istotnych wskaźników, na podstawie którego zwykliśmy określać przebieg warunków meteorologicznych dla wzrostu i rozwoju chmielu, jest przeciętny plon dla całego kraju, względnie danego rejonu.

Przy omawianiu wpływu czynników meteorologicznych w różnych okresach rozwojowych chmielu wspominaliśmy, że na wysokość plonu duży wpływ ma przebieg kwitnienia, natomiast na jakość przede wszystkim dojrzewanie. Zarówno w jednym, jak i drugim przypadku szkodliwe są spadki temperatury oraz większe opady. Jak zaobserwowaliśmy, formowanie szyszek u chmielu odbywa się najlepiej przy umiarkowanie wysokiej temperaturze powietrza oraz dostatecznej, lecz nie nadmiernej wilgotności.

Tabela 12

Przeciętne plony suchego chmielu w kg/ha w latach 1951—1957

Plantacja	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	Średni plon
Puławy	1661	1475	2560	1762	1817	1043	2080	1771
Garbów	1101	938	1960	935	1700	671	1689	1285
Osiny	1000	905	1292	1162	1084	671	1633	1107
Przedział ufności przy $P = 0,05$ — 236,2.								

Z tabeli 12 wynika, że pod względem plonowania stwierdzono istotną różnicę między plantacją Puławy a Garbowem względnie Osinami. Nie stwierdzono natomiast różnicy między Osinami a Garbowem.

Obliczone zmienności: obiektowa  $S_1$ , lat  $S_2$  oraz współdziałania lat  $\times$  obiekty  $S_3$  przy ich porównywaniu dały następujące wartości:

$$\frac{S_1}{S_3} = 20,14 \text{ przy } P 0,05 = 3,88 \text{ różnica istotna.}$$

$$\frac{S_2}{S_3} = 11,59 \text{ przy } P 0,05 = 3,00 \text{ różnica istotna.}$$

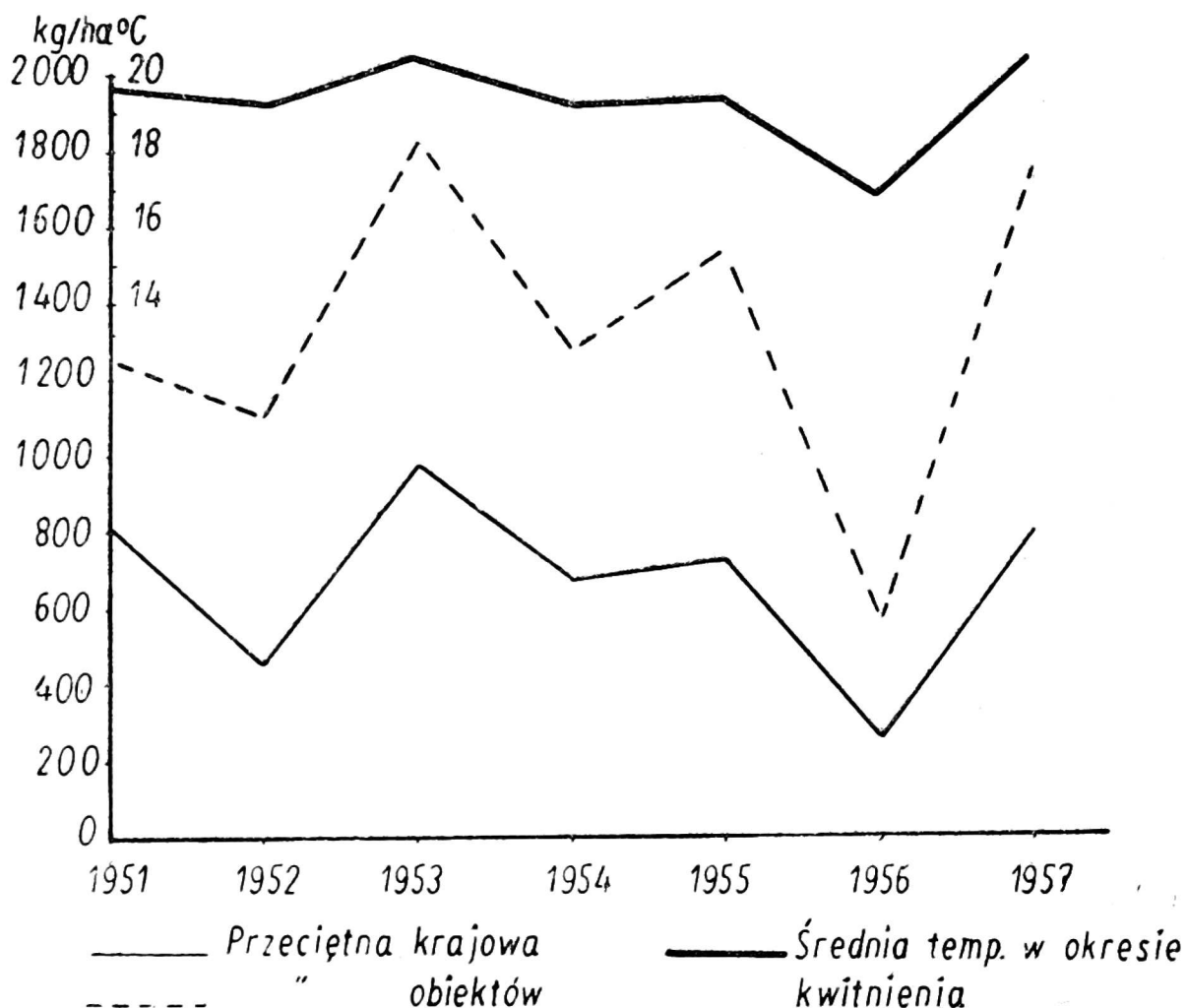
$$\frac{S_1}{S_2} = 1,74 \text{ przy } P 0,05 = 5,14 \text{ różnica nie istotna.}$$

Porównując podane w tabeli 12 wyniki plonowania na danych obiektach w poszczególnych latach, widzimy wyraźne różnice. Ponieważ zakładamy, że poziom zabiegów agrotechnicznych, nawożenie, wiek roślin itp. były na wszystkich plantacjach mniej więcej wyrównane, zatem musimy przyjąć, iż czynnikiem decydującym o plonowaniu był (w poszczególnych latach) przebieg warunków meteorologicznych. Istotne różnice w plonowaniu chmielu na badanych obiektach w poszczególnych latach potwierdzają również wyliczenia według wzorów przyjętych w statystyce.

Z wyjątkiem roku 1951, kiedy część omawianych plantacji nie była jeszcze w pełni plonowania (młode), w pozostałych latach wydajność kształtowała się dość zgodnie z przebiegiem warunków meteorologicznych. Odnosi się to nie tylko do plantacji w rejonie Puław, ale i przeciętnej wydajności w skali krajowej. Niewątpliwie, że duży wpływ na kształtowanie się ogólnej wydajności chmielu w poszczególnych latach miał największy w kraju ( $\pm 50\%$  powierzchni krajowej) rejon lubelski, dla którego omawiane przez nas warunki meteorologiczne możemy uważać jako przeciętne, względnie zbliżone do nich.

Przy omawianiu przebiegu warunków meteorologicznych w poszczególnych okresach rozwojowych chmielu już od wczesnej wiosny wyróżniały się lata 1951, 1953, 1954 i 1957. W okresie kwitnienia, którego





Rys. 2. Zgodność plonowania chmielu z układem średnich temperatur powietrza w okresie kwitnienia

Tabela 13

Wyniki wykupowe chmielu według klas w procentach (na podstawie oceny komisji bonitacyjnej Lubelskich Zakładów Chmielarskich)

Rok	Puławy				Garbów				Osiny				Ogólnokrajowa				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	V
1951	42	26	31	1	82	14	4	—	45	4	53	—	24	16	47	11	2
1952	55	7	38	—	52	5	43	—	24	13	60	3	15	15	60	7	3
1953	17	32	41	10	44	19	37	—	4	30	44	17	6	10	52	22	10
1954	18	15	54	13	42	3	55	—	9	20	71	—	2	5	66	21	6
1955	3	9	60	28	17	3	46	34	12	8	46	34	1	3	42	35	19
1956	—	—	94	6	10	26	64	—	18	23	59	—	2	9	72	14	3
1957	4	32	64	—	33	14	53	—	26	17	57	—	3	11	77	9	2

przebieg, jak wiadomo, ma decydujący wpływ na plonowanie, stwierdziliśmy w 1954 r. szkodliwe wahania temperatury oraz niedostateczną ilość nasłonecznienia (165 godzin). Oba te czynniki zaważyły niewątpliwie na stosunkowo niskim plonowaniu w tym roku.

Najgorszy pod każdym względem, i to od samej wiosny aż do końca wegetacji, był 1956 r. Potwierdzeniem tego są wyniki plonowania chmielu

na omawianych obiektach oraz przeciętna wydajność w skali krajowej. Mówiąc o niskim plonowaniu chmielu w latach o niekorzystnym przebiegu warunków meteorologicznych, wspomnieć należy o niemal stałym występowaniu w takich latach chorób, względnie pojawieniu się szkodników chmielu.

Przedstawione na rys. 2 krzywe, obrazujące przeciętne plony chmielu na badanych obiektach oraz dla całego kraju, przebiegają zgodnie z układem średniej temperatury powietrza w okresie kwitnienia chmielu w danym roku, co zasługuje na specjalne podkreślenie.

Pod względem wartości surowca chmielowego ocenianego przez ekspertów przy odstawie do punktu skupu (bonitacja), którą śmiało nazwać można raczej klasyfikacją, procent poszczególnych klas w omawianym okresie czasu podany jest w tabeli 13.

Tabela 14

Wyniki analizy chemicznej chmielu (% żywic w przeliczeniu na suchą masę szyszki)

Rok	Plantacja	Żyvice miękkie		Suma $\alpha + \beta$	Żyvice twarde	Żyvice ogółem $\alpha + \beta + \gamma$	Wycena punktowa maks. 20 punktów
		humulon $\alpha$	lupulon $\beta$				
1951	Puławy	4,02	5,42	9,44	5,59	15,03	11
	Garbów	—	—	—	—	—	—
	Osiny	—	—	—	—	—	—
1952	Puławy	7,42	5,94	13,89	3,89	17,25	17
	Garbów	7,31	6,78	14,09	4,90	18,99	20
	Osiny	6,80	6,73	12,93	4,00	16,93	15
1953	Puławy	6,11	6,05	12,16	4,32	16,48	15
	Garbów	5,87	7,79	13,66	6,33	19,99	19
	Osiny	5,18	6,94	12,12	3,90	16,02	15
1954	Puławy	7,44	5,34	12,78	5,20	17,98	16
	Garbów	3,32	7,82	11,14	4,59	15,73	13
	Osiny	9,05	7,17	16,22	4,98	21,20	20
1955	Puławy	7,61	8,17	15,78	3,62	19,40	20
	Garbów	7,53	8,34	15,87	2,78	18,65	19
	Osiny	6,27	7,70	13,97	6,43	20,40	19
1956	Puławy	4,13	6,91	11,07	3,61	14,68	12
	Garbów	3,90	7,05	10,95	3,51	14,46	11
	Osiny	3,89	7,61	11,50	4,23	15,73	13
1957	Puławy	4,34	7,28	11,61	4,66	16,27	14
	Garbów	—	—	—	—	—	—
	Osiny	5,41	7,51	12,92	4,55	17,47	16

Przyjęta i stosowana w praktyce ocena surowca chmielowego na podstawie jego cech zewnętrznych jest nieścisła i stosuje się ją prawdo-



Fot. 2. Szyszki chmielu I gatunku przed poddaniem ich suszeniu

Fot. M. Spóz



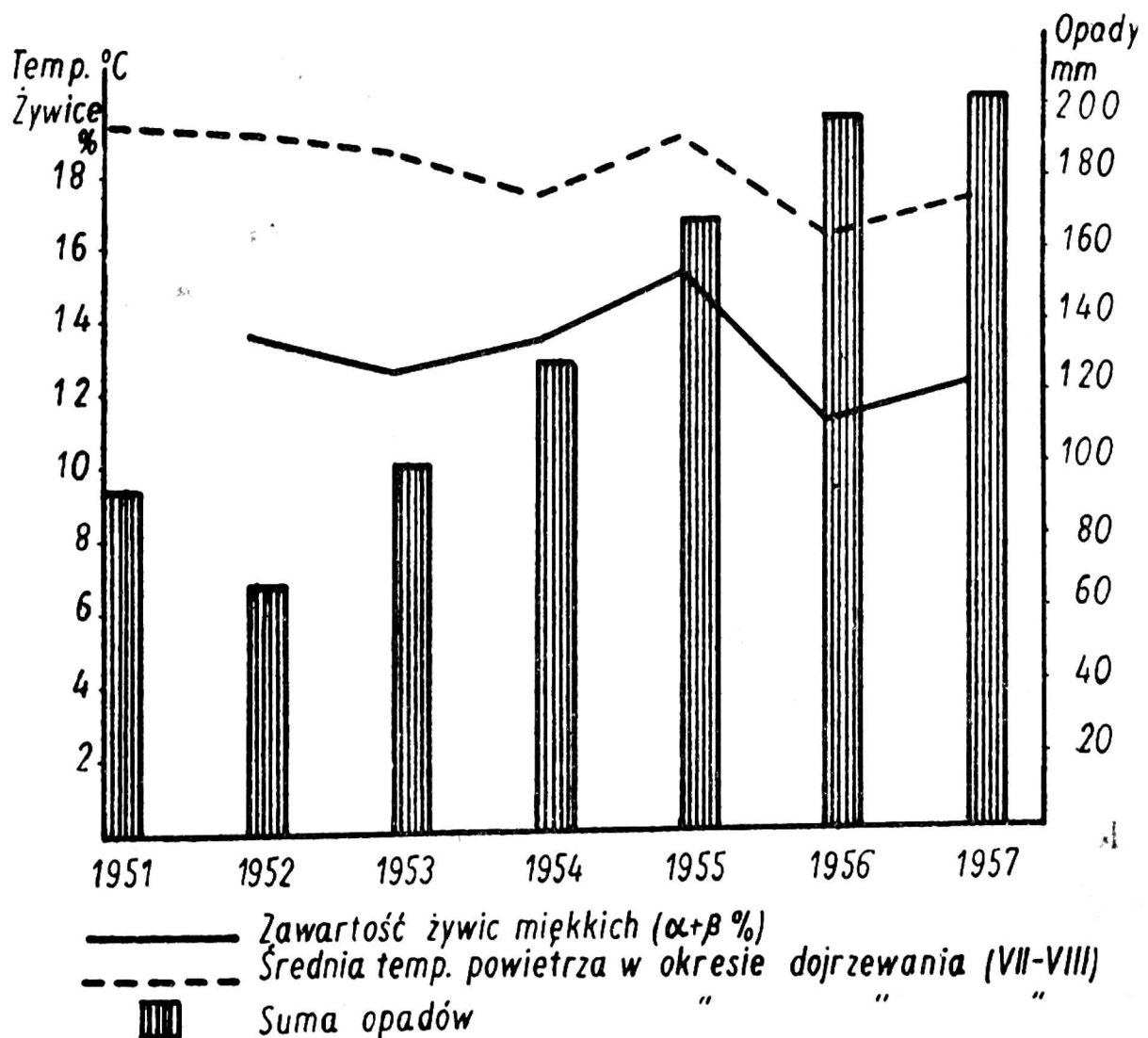
Fot. 3. Przekrój szyszki chmielu, widoczne kuleczki lupuliny

Fot. M. Spóz



podobnie tylko dlatego, że jest tania i szybka. Duży wpływ na zewnętrzny wygląd surowca chmielowego ma dobre sortowanie przy zbiorze oraz suszeniu. Wielu plantatorów, zwłaszcza w lata lepszego urodzaju chmielu, nie przestrzega tego z uwagi na pośpiech i często suszy w zbyt wysokiej temperaturze. Bardziej miarodajne (mając na uwadze przydatność brązową chmielu) są wyniki analizy chemicznej podane w tabeli 14.

Nie odzwierciedlają one pełnego składu chemicznego chmielu, gdyż, oprócz podanych żywic, szyszki chmielowe zawierają wysoko cenione przez piwowarów olejki eteryczne i garbniki. Sprawa badania wymienionych składników z niezrozumiałych względów jest u nas jeszcze mało doceniana, a składniki te, jak podaje wielu autorów (2, 5, 6), zależą w dużym stopniu od czynników meteorologicznych. Brak określenia ilości olejków i garbników w poszczególnych latach poważnie utrudnia pełną ocenę wpływu czynników meteorologicznych na jakość chmielu w naszych warunkach. Pomimo tego widać wyraźną różnicę w zawartości żywic miękkich i oceny punktowej w 1956 r., który pod tym względem zajmuje ostatnie miejsce.



Rys. 3. Zawartość żywic miękkich ( $\alpha + \beta$ ) w zależności od średnich temperatur powietrza oraz opadów w okresie dojrzewania

Potwierdzeniem dodatniego wpływu temperatury powietrza oraz ujemnego nadmiernych opadów w czasie dojrzewania szyszek chmielowych jest rys. 3. Jak widać, zawartość żywic miękkich ( $\alpha + \beta$ ), które przy produkcji piwa odgrywają bardzo ważną rolę, układa się w poszczególnych latach zgodnie ze średnią temperaturą powietrza w lipcu i sierpniu, tj. w okresie dojrzewania chmielu. Natomiast suma opadów w tym czasie jest w odwrotnym stosunku do zawartości żywic, co godne jest uwagi, zwłaszcza przy rozszerzaniu uprawy chmielu.

### *Omówienie wyników*

Analizując przebieg i układ czynników meteorologicznych w rejonie Puław na przestrzeni lat 1951—1957 oraz ich wpływ na plonowanie i jakość chmielu, nie należy rozpatrywać okresów wegetacji jako całości. Podawane przez różnych autorów przeciętne dane w odniesieniu do średniej temperatury powietrza względnie sumy opadów, bądź godzin nasłonecznienia w ciągu okresu wegetacyjnego, nic nam właściwie nie mówią o ich układzie w poszczególnych okresach rozwojowych chmielu i dlatego wartość ich jest stosunkowo nieznaczna. Jako przykład mogą posłużyć dane o przebiegu warunków meteorologicznych w 1951 i 1953 r., które dla obu lat są niemal jednakowe. Tymczasem układ ich w poszczególnych okresach rozwoju chmielu kształtował się niejednakowo, w wyniku czego plon w 1951 r. był średni, natomiast w 1953 r. rekordowy.

Mamy tu na myśli przede wszystkim takie okresy, jak wschody chmielu, kwitnienie, formowanie szyszek i dojrzewanie. Ważny jest również okres intensywnego wzrostu (I i II dekada czerwca), który uważamy za szczytowy punkt zapotrzebowania na wodę (12). Brak opadów w tym czasie ogranicza, a nawet hamuje wzrost chmielu, na skutek czego plon jest znacznie zmniejszony. Przykładem, podobnie jak i w poprzednim przypadku, może być 1953 i 1956 r. (ilość opadów w VI. 1953 r. — 85,7 mm, w 1956 r. — 55,4 mm). Przeprowadzane w omawianym okresie obserwacje potwierdzają, że jednym z zasadniczych czynników wysokości plonów chmielu w danym roku jest stan średniej temperatury powietrza w czasie kwitnienia tej rośliny (rys. 2).

W odniesieniu do jakości surowca stwierdzono zdecydowany wpływ na budowę i skład chemiczny szyszek (procent żywic miękkich) temperatury i nasłonecznienia w czasie dojrzewania chmielu. Nadmiar opadów, spadek temperatury powietrza i niedostateczne nasłonecznienie w lipcu i sierpniu powodują z reguły obniżkę jakości surowca chmielowego, co widać na rys. 3. Należy stwierdzić, że chmiel, który zaliczamy do roślin światło- i ciepłolubnych (termo- i heliofitów), wrażliwy jest na te czynniki w poszczególnych fazach rozwojowych, głównie w czasie

kwitnienia i dojrzewania szyszek. Są to krytyczne okresy w stosunku do ciepła i nasłonecznienia. Nie oznacza to jednak, abyśmy nie doceniali znaczenia opadów, które odgrywają ogromną rolę w okresie intensywnego wzrostu. Wzajemny odpowiedni stosunek tych czynników w poszczególnych fazach rozwojowych możemy przyjąć za podstawę plonowania oraz składu chemicznego w danym roku.

### Wnioski

Na podstawie obserwacji dokonanych na 3 plantacjach chmielu Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach w okresie od 1951 do 1957 r. oraz danych meteorologicznej stacji w Puławach, jak również wyników skupu chmielu za ten okres, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Długość okresu wegetacyjnego chmielu zależy od terminu wschodów w danym roku, na co ma wpływ temperatura powietrza w kwietniu. W warunkach Puław okres wegetacyjny chmielu (populacje wcześniej dojrzewające) zamyka się w granicach 101—121 dni. Techniczno-użytkową dojrzałość osiąga chmiel w każdym roku około połowy sierpnia.

2. Ważnym czynnikiem ekologicznym mającym wpływ na gęstość obsady kwiatów u chmielu oraz plonowanie jest temperatura powietrza i umiarkowana wilgotność w okresie kwitnienia. Jako optimum dla rejonu Puław należy przyjąć około  $20,5^{\circ}\text{C}$  oraz 23 mm opadów (rok 1953).

3. Jakość surowca chmielowego w danym roku zależy głównie od temperatury powietrza i nasłonecznienia w okresie dojrzewania szyszek, co w rejonie Puław następuje od około 15 lipca do połowy sierpnia. W czasie tym pożądana jest temperatura powietrza około  $20^{\circ}\text{C}$ , przy nasłonecznieniu  $\pm 260$  godzin (w stosunku miesięcznym).

4. Większe, a zwłaszcza długotrwałe opady w okresie dojrzewania chmielu są, jak stwierdzono, szkodliwe.

5. Stwierdzono ujemny wpływ dużych wahań temperatury powietrza w okresie intensywnego wzrostu chmielu (maj, czerwiec), powodujących, oprócz opóźnienia rozwoju, słabszą obsadę kwiatów i mniejszy plon.

### LITERATURA

1. Antypovič D.: Vene chmele a jeji vztah k jakosti. Chmelarstvi, nr 11. Praha 1954.
2. Fruwirth C.: Chmiel, jego uprawa i życie. Tłumaczenie z niemieckiego przez Stan. Rewińskiego. Warszawa 1895.
3. Garbuzowa D. A.: Biologia cwitienija i formirowanija szyszek u razlicznych sortow chmiela. Wsies. Naucz. Isled. Inst. Piw. Prom. Trudy V. Piszczepromizdat. Moskwa 1955.

4. Kotrla Hapalowa M.: Tworba horkich kyselin a jejich analogu pri zvani a staruni chmele. Sbornik Ceskoslovenske Akademie Zemedelskich Ved. Rocnik 3 (XXX) Praha, Jary 1957.
5. Linke W.: Der Hopfenbau. Berlin 1952.
6. Mohl A.: Chmielarstwi. Praha 1924.
7. Osvald C.: Vliv pocasi na wywoj a stawbu chmelne hlawky. Sbornik Cesk. Akad. Zem. XX. Praha 1947.
8. Panowicz F.: Klimat Puław za okres 1872—1941 r. Pamiętnik Państw. Inst. Naukow. Gosp. Wiejsk. tom 19. Warszawa 1949.
9. Rogoziński A.: Analiza plonowania chmielu uprawnego (*Humulus lupulus* L.) w rejonie lubelskim na tle warunków wzrostu i rozwoju w latach 1950—1954. Hodowla Roślin, Aklimat. i Nas., tom I, zeszyt 2. Warszawa 1957.
10. Spirhanzl J.: Navoky nasich hospodarskych plodin na powahu stanoviste. Praha 1934.
11. Zazverka V. i Zima F.: Chmelarstwi. Statni Zemedelske Nakladatelstwi. Praha 1956.
12. Zub L.: Wstępne badania nad wpływem jednostronnego nawożenia chmielu na jego wartość użytkową. Hodowla Roślin Aklimat. i Nasiennictwo, nr 6. Warszawa 1957.
13. Zub L.: Próba oceny wartości produkcyjnej klonów chmielu hodowli IHAR w Puławach. Roczniki Nauk Rolniczych, tom 76, A-1. 1957.
14. Židko E. P.: Nasledowanie priznakow i swojstw u chmiela. Wsies. Naucz. Isled. Inst. Piv. Prom. Trudy V. Piszczepromizdat. Moskwa 1955.