

## ZNACZENIE FENOLOGII W SADOWNICTWIE

*Stanisław Bac (jun.)*

### WSTĘP

Podstawą racjonalnej gospodarki jest wykorzystanie w całej pełni wszelkich zasobów siedliska. Mówi się często o żyzności gleby, ale bardzo rzadko o żyzności pogody, lub żyzności klimatu, chociaż klimat wraz z glebą tworzą pojęcie siedliska.

Obiekty sadownicze zajmują zazwyczaj niewielkie powierzchnie. W historii rozwoju tej dziedziny spotykamy wiele przykładów znakomitego wykorzystania dodatnich właściwości mikroklimatów. Tego rodzaju działalność odbywała się jednak i w wielu przypadkach odbywa się nadal „na wycucie”. Niemal nie istnieje, w każdym razie nie jest powszechna, zorganizowana pomoc ze strony nauki przy zakładaniu sadów w najdogodniejszych warunkach mikroklimatycznych.

Sadownictwo należy do dziedzin najbardziej uzależnionych od mikroklimatu i stosunków wodnych obszaru. Przeciętny sadownik uważa, że dobre zbiory są wynikiem jego ciężkiej i rozumnej pracy, natomiast o niskich i mało wartościowych zbiorach decydują wyłącznie niekorzystne warunki atmosferyczne. W sadownictwie mamy do czynienia z wielkim zespołem znanych i jeszcze nie poznanych elementów. Niektórym z nich poświęca się wiele uwagi. Na przykład zagadnienie uprawy gleby, ochrona roślin, cięcie i formowanie koron itp. Natomiast często pomija się nie mniej ważne czynniki, jak racjonalny wybór miejsca dla nowych plantacji, czy kierowanie warunkami mikroklimatu w sadzie produkcyjnym. Panuje powszechnie głęboko zakorzeniony pogląd, o „pogodzie pochodzącej z nieba”. Elementy makroklimatu jak zachmurzenie, opady, prędkość wiatru, temperatura, wilgotność powietrza są uzależnione przede wszystkim od pogody, panującej na bliskich, lub bardziej odległych obszarach kuli ziemskiej. Zależą w głównej mierze od planetarnych układów ciśnienia atmosferycznego i cyrkulacji atmosferycznej. Nie możemy zapominać o tym, że konkretne warunki mikroklimatyczne, decydujące często o wielkości zbiorów, a zawsze o ich jakości, nie pochodzą z nieba. Są one wynikiem kompleksowych działań bilansu promieniowania, bilansu cieplnego gleby, stosunków wodnych gleby, jej przewodnictwa i pojemności cieplnej, a także ukształtowania terenu i szaty roślinnej sadu. O ile poprawia-

nie wpływu pogody w korzystnym kierunku jest nader ograniczone, to kształtowanie mikroklimatu za pomocą najprostszych środków technicznych w kierunku optymalizacji warunków wegetacji jest jak najbardziej możliwe.

#### OCENA MOŻLIWOŚCI DZIAŁANIA AGROMETEOROLOGII W SADOWNICTWIE

Kompleksowy wpływ czynników siedliska na procesy życiowe roślin, jest sprawą ogólnie znaną. Istnieją specyficzne reakcje poszczególnych części rośliny na zmiany czynników atmosferycznych i glebowych. Wzrost i rozwój zależą od skomplikowanych reakcji biochemicznych i biofizycznych.

Bilans energetyczny sadu można przedstawić w uproszczonej postaci. Przychód stanowi promieniowanie słońca bezpośrednio i rozproszone (przez atmosferę i chmury), które dociera do powierzchni koron. Część promieniowania odbijana jest w kierunku nieba, część w innych kierunkach. Wskutek pochłaniania promieniowania przez powierzchnię zachodzi przemiana na energię cieplną. Następuje bezpośredni wzrost temperatury liści, gałęzi i pni. Promienie, które przedostały się do korony ogrzewają powierzchnię gleby. W zależności od rozstawy rzędów, gęstości koron, wysokości słońca nad horyzontem i azymutu, mamy do czynienia z różnymi warunkami mikroklimatu świetlnego.

Każde ciało fizyczne o temperaturze powierzchni wyższej od bezwzględnego zera wysyła w przestrzeń energię promienistą. Powierzchnie gleby i roślin emitują podczas całej doby promienie długofalowe. Na polu bez roślin, straty energii (skierowane do atmosfery i przestrzeni międzyplanetarnej) zależą niemal wyłącznie od wilgotności powietrza i zachmurzenia. W sadzie korony a zwłaszcza liście, stanowią przeszkodę, pochłaniającą znaczną część długofalowego promieniowania gleby. Straty na wypromieniowanie odbywają się więc tylko z powierzchni górnych liści, nie osłoniętych przez inne w kierunku pionowym.

Ilość energii, stanowiąca różnicę pomiędzy przychodem i stratami promieniowania jest podzielona w obrębie bilansu cieplnego na ogrzewanie podłoża i atmosfery oraz proces parowania. Temperatura nadziemnych części rośliny zmienia się poważnie w ciągu doby. Podczas dnia zależy ona w głównej mierze od transpiracji, gdyż proces parowania pochłania wielkie ilości energii, od barwy, ze względu na odbijanie promieni słonecznych, oraz przewodnictwa cieplnego, od którego zależy odprowadzanie ciepła do gleby. Poważne znaczenie ma wymiana ciepła z atmosferą. W tym przypadku najważniejszymi czynnikami są temperatura powietrza i prędkość wiatru. Analogiczne procesy przebiegają w przypadku gleby, dla której należy uwzględnić zmiany jej wilgotności, ze względu na istotny wpływ dla przewodnictwa i pojemności cieplnej. Zbyt mało uwagi

poświęcamy zjawisku parowania i transpiracji, pochłaniających ok. 70% energii jaką dysponuje powierzchnia i które odgrywają istotną rolę w kształtowaniu się stosunków cieplnych siedliska.

W dotychczasowym dorobku agrometeorologii istnieje niewiele prac z zakresu mikroklimatu sadów, lub szczegółowych opracowań dotyczących rejonizacji klimatycznej i mikroklimatologicznej. Nie należy się temu dziwić. Sad jest szczególnie trudnym obiektem dla badań tego rodzaju. Najbardziej sumiennie prowadzone pomiary w jednym miejscu sadu nie pozwalają na nawet pobieżną ocenę warunków mikroklimatu. Nie negując konieczności badań szczegółowych w tym zakresie, należy jasno przedstawić szereg obiektywnych trudności. W zależności od obszaru sadu istnieje konieczność rozmieszczenia punktów pomiarowych wzdłuż obrysu plantacji, w pewnej odległości od brzegów i w środku powierzchni. Każdy punkt pomiarowy powinien zapewnić informacje o bilansie promieniowania, przebiegu temperatury i wilgotności powietrza, prędkości wiatru i sumie opadów. Zestawy przyrządów należy rozmieścić w układzie pionowym: przy powierzchni i co najmniej na dwu poziomach strefy koron. Jedynie deszczomierz i termometry glebowe nie wymagałyby powtórzeń w obrębie jednego punktu pomiarowego. Pełną charakterystykę mogą zapewnić tylko przyrządy rejestrujące wartości elementów meteorologicznych podczas całej doby. Każdy punkt powinien informować o mikroklimacie pomiędzy rzędami drzew i wewnątrz koron, a więc potrzebne są dwa zestawy, umieszczone w niewielkiej odległości. Zwłaszcza specjalnie trudne są pomiary promieniowania w sadzie np. pomiar promieniowania całkowitego. Każdy pyranometr informowałby o pewnym fragmencie przestrzeni sadu. Cienie rzucane przez poruszające się liście i gałęzie bardzo silnie wpływają na mierzone wielkości.

Uzyskane w opisany sposób wartości poszczególnych elementów meteorologicznych pozwoliłyby na charakterystykę mikroklimatologiczną konkretnego obiektu w okresie obserwacji. Wartościowe wyniki mogłyby przynieść tylko wieloletnie badania, zwłaszcza w klimacie Polski. Tego rodzaju opracowanie byłoby prawdziwe tylko dla danego sadu, a więc danego ukształtowania terenu, wieku, rodzaju a nawet odmiany drzew, rozstawy rzędów, sposobu prowadzenia koron, uprawy i nawożenia gleby itp. Zmiana jednego lub kilku z wymienionych parametrów w innym sadzie nie pozwoliłaby na wykorzystanie uzyskanych informacji. Poza wymienionymi punktami mikroklimatycznymi należałoby prowadzić standardową stację meteorologiczną w pobliżu sadu na otwartej przestrzeni. A więc szczegółowe i wyczerpujące ujęcie warunków mikroklimatycznych sadu jest zadaniem bardzo pracochłonnym i kosztownym, możliwym do wykonania tylko w ośrodkach badawczych.

Najwięcej opracowań meteorologicznych dla potrzeb sadownictwa dotyczy temperatury, zwłaszcza przymrozków, oraz opadów atmosferycznych. Materiałem podstawowym były z reguły wyniki pomiarów standar-

dowej stacji meteorologicznej, znajdującej się w okolicy sadu. Wiele uwagi poświęcono sumom średnich dobowych temperatur, które mogłyby stanowić ocenę warunków cieplnych a nawet podstawę prognozy terminów faz rozwojowych. Niestety w klimacie Polski metoda ta nie zapewnia zadowalających wyników. Badania polskie i amerykańskie udowodniły ścisły związek między temperaturami gleby i początkiem wegetacji drzew owocowych. Należy podkreślić fragmentaryczny i przyczynkowy charakter większości prac agrometeorologicznych z tego zakresu. Natomiast w pracach sadowniczych, pomimo znanej prawdy o oddziaływaniu wszystkich czynników siedliska na efekty zabiegów różnego rodzaju na plony, nie spotyka się dostatecznie wyczerpujących opisów przebiegu pogody w okresach badań. Znajdujemy określenia jak „lato suche, lub deszczowe, ciepłe, albo chłodne” itp., jednakże z reguły materiał liczbowy, ilustrujący warunki klimatyczne ogranicza się do średnich miesięcznych wartości temperatur i opadów.

#### ZADANIA I ROLA FENOLOGII W SADOWNICTWIE

Roślina przypomina układ cybernetyczny. Występują określone reakcje, zależne od przewagi pewnego czynnika w układzie pozostałych warunków otoczenia. Inna reakcja na taką samą temperaturę powietrza występuje przy różnych wartościach wilgotności powietrza albo gleby, lub bilansu promieniowania itp.

Gdybyśmy zamierzali objąć pomiarami wszystkie czynniki siedliska, wówczas, jak wykazano tylko na podstawie elementów meteorologicznych w mikroklimacie sadu, należałoby wykonać ogromną i długotrwałą pracę. Badania tego rodzaju są konieczne dla świadomego, a nie intuicyjnego działania, dla wyciągania prawidłowych i w pełni uzasadnionych wniosków dla praktyki. Nie można zaprogramować mózgu elektronowego bez dostatecznej liczby dokładnie poznanych parametrów w celu uzyskania optymalnego wariantu odpowiedzi; np. rozstawa rzędów i sposób prowadzenia koron a mikroklimat świetlny i temperatura gleby w aspekcie przewidywania wielkości i jakości zbiorów, ich prawdopodobieństwa i powtarzalności w różnych latach dla konkretnego sadu i rejonu. Pomimo słuszności takiej perspektywy nie możemy obecnie proponować tego rodzaju badań mikroklimatycznych w zwykłych sadach produkcyjnych.

Rośliny dziko rosnące w naturalnych siedliskach, a nawet chwasty pól, sadów i ogrodów, stanowią niedoceniane przyrządy pomiarowe kompleksowego działania siedliska atmosferycznego i glebowego. Notowanie terminów występowania określonych zmian morfologicznych, związanych z rozwojem wybranych roślin, a nawet ich rozmiarów i pokroju, pozwala na zebranie cennego materiału dla korelacji z fazami rozwojowymi drzew i krzewów owocowych. Gdyby potraktować pewne rośliny, jako przyrządy pomiarowe dla określania różnic siedliskowych, zwłaszcza mikroklima-

tycznych w sadzie, zaś daty fenologiczne jako podstawę wzajemnych zależności i prognozy terminów faz rozwojowych, wówczas istniałyby poważne możliwości uzyskania wielu cennych dla produkcji informacji.

Przyjmując tego rodzaju rozumowanie należałoby odstąpić od podstawowej zasady nauki fenologii — naturalnych siedlisk roślin wskaźnikowych. W historii tej dziedziny wiedzy spotykamy odrzucany projekt tzw. „ogródków fenologicznych”. Sumienne prowadzenie obserwacji zwłaszcza w terenie zróżnicowanym i wielu zespołach roślinnych, zajmuje wiele czasu. Dla wygody obserwatora zaproponowano, by zgromadzić rośliny wskaźnikowe w jednym miejscu. Odstąpienie od podstawowego założenia spowodowało zaniechanie pracy metodycznej nad tym projektem. Zasadniczym celem było ułatwienie pracy obserwatorowi, w zamian za bardziej dokładne informacje fenologiczne. Jednakże wspomniana sprawa dotyczyła zagadnień ekologicznych, a nie naukowo-produkcyjnych. Poza tym nastąpił od owych czasów ogromny rozwój techniki. Chemizacja rolnictwa, odwodnienia i nawodnienia gleby, zmiany poziomów wód gruntowych wskutek regulacji rzek i budowy zapór, zanieczyszczenie wód i atmosfery, racjonalna gospodarka leśna i łąkowa itp. ograniczyły poważnie liczbę naturalnych siedlisk, rozumianych według definicji tego pojęcia.

#### WNIOSKI

Na obecnym etapie rozwoju techniki pomiarowej i możliwości finansowych nie ma odpowiednich warunków dla prowadzenia kompleksowych i masowych badań siedliskowych sadu, zwłaszcza mikroklimatu, pomimo uznawania konieczności tego rodzaju prac. Natomiast badania fenologiczne mogą w znacznym stopniu przyczynić się do poważnego zwiększenia wiedzy o siedlisku sadowniczym i ułatwić stawianie prognoz o dużej wartości dla produkcji.

Należałoby przedyskutować propozycję rozmieszczenia w sadach niewielkich „ogródków fenologicznych”. Powinny się one składać z roślin odpornych na dotychczas wprowadzone zmiany siedliska, zwłaszcza na wpływ agrotechniki i nawożenia. Współpraca sadowników z botanikami i ekologami zapewniłaby z pewnością stworzenie szczególnego rodzaju „fenologicznych punktów badań siedliska”.

W oparciu o dotychczasowy dorobek PIHM można by zaproponować niektóre rośliny wskaźnikowe do sadowniczych „ogródków fenologicznych”: leszczyna, podbiał, mniszek lekarski, jaśmin, tarnina, głóg, konwalia, zestaw prymitywnych odmian drzew i krzewów owocowych, dzikie poziomki i maliny, bez lilak, bez lekarski i ewentualnie w pasach wiatrochronnych brzoza brodawkowata, jarzębina, klon i kasztanowiec. Dla oceny natężenia i zasięgu przymrozków mogłyby służyć szczególnie wrażliwe rośliny, np. rozsada pomidorów wysadzona w początku kwietnia

itp. Omawiana propozycja wymaga oczywiście szczegółowej analizy specjalistów. Pomimo straty nieznacznej części powierzchni uprawnej uzyskałoby się nie tylko korzyści naukowe dla dalszego rozwoju produkcji, ale również prognozy krótko- i długoterminowe optymalnych terminów prac w sadzie, jak również spokojne miejsca dla gniazd naszych naturalnych sojuszników w walce z szkodnikami. Opracowanie kalendarza przyrody dla fragmentów sadu i jego całości stanowiłoby cenny materiał również dla planowania przyszłych sadów i wartościową, zbiorczą charakterystykę sadów konkretnego regionu.

Należy jednak uściślić metodykę obserwacji. Instrukcja PIHM zaleca notowanie terminów wystąpienia wyraźnie zaznaczających się zmian: otwieranie się pączków liściowych i kwiatowych, listnienie, kwitnienie, dojrzewanie owoców oraz zmiana barwy i opadania liści. W tym zakresie istnieją duże możliwości, jeżeli nie błędnej, to na pewno subiektywnej oceny np. datę początku kwitnienia notuje się w dniu, gdy około 10% normalnych kwiatów ukaże się na drzewach, lub krzewach, pełni kwitnienia — gdy połowa kwiatów rozwinie się u licznych obiektów, rosnących normalnie. Jeżeli z punktu widzenia sadownika-praktyka popatrzymy np. na drzewa zakwitające w okresie chłodnym i deszczowym, to nawet przy dużej wprawie ustalenie wspomnianych terminów będzie bardzo trudne. Nie ma dotychczas ustalonej jednolitej i ścisłej metody obserwacji tego rodzaju, opracowania wiarygodności populacji próbnej do generalnej na podstawie statystycznie uzasadnionej najmniejszej liczby np. rozwiniętych pąków kwiatowych. Dla niektórych odmian duże znaczenie ma nie tylko umieszczenie pąków w różnych partiach korony, ale również występują różnice na gałęziach zwróconych do południa i północy. Musimy więc ocenę na „oko” zastąpić dokładnie określonym i udowodnionym statystycznie sposobem pomiaru.

Jednym ze sposobów zwiększenia dokładności informacji o wpływie siedliska na wzrost i rozwój jest metoda tzw. kontroli biologicznej. Obserwacja pąków kwiatowych, dla której wystarcza 15-krotne powiększenie, pozwala na określenie etapów organogenezy. Metoda ta ma specjalnie duże znaczenie w okresie od zakładania pąków w lecie do momentu otwierania się pąków na wiosnę następnego roku, gdyż w tym okresie obserwacje fenologiczne nie zapewniają żadnych informacji. Ponieważ istnieje możliwość utrwalania pąków w mieszaninie wody, gliceryny i spirytusu, więc bez trudu można zabezpieczyć znaczne ilości materiału porównawczego do opracowania w jednym dniu, lub też przez wyspecjalizowane regionalne laboratorium. Tego rodzaju materiał dowodowy, pozwala na uzyskanie materiałów do ścisłej pracy naukowo-badawczej. Natomiast w przypadku konkretnego sadu produkcyjnego bieżące opracowania z zakresu kontroli biologicznej nie są ani trudne, ani nie pochłaniają większej ilości czasu. Początek i koniec tworzenia się pąków kwiatowych, oraz innych etapów organogenezy, jak również zmiany budowy

wewnętrznej w pąkach, stanowią realny sposób oceny wpływów naturalnego siedliska i jego zmian, spowodowanych naszą działalnością. Terminy etapów zależą w głównej mierze od przebiegu pogody i warunków mikroklimatu. Na tej podstawie możemy spodziewać się dużych korzyści naukowych i praktycznych dla poznania wpływów mikroklimatu, jego zmian zależnych od zabiegów sadowniczych i pogody w różnych latach. A więc stożki wzrostu i ich zmiany w roli precyzyjnych przyrządów pomiarowych — integratorów, sumujących działanie kompleksowe wielkiego zespołu czynników.

Połączenie metody fenologicznej, opartej o dokładniejsze niż dotychczas określanie terminów zmian morfologicznych roślin wskaźnikowych i sadowniczych, oraz metody kontroli biologicznej, pozwoliłoby na poważne zwiększenie wiedzy o siedlisku, wprowadzanie optymalnych zmian, wybór najlepszych terminów agrotechnicznych i ochrony roślin. Należy spodziewać się również, w oparciu o tego rodzaju materiały, zwiększenia doskonałości rejonizacji sadowniczej w skali danego sadu i całego kraju, jak również wielu wartościowych wniosków z zakresu bioklimatologii.

## STRESZCZENIE

Omówiono pokrótce wpływ warunków mikroklimatycznych sadu na jakość i ilość zbioru. Zwrócono uwagę na skąpą ilość prac badawczych z tego zakresu i ich charakter ogólnikowy lub uwzględniający niektóre tylko elementy siedliska jak temperatura lub opady i to analizowane w oparciu o wyniki podstawowej stacji meteorologicznej znajdującej się poza obrębem sadu.

Naszkicowano projekt prowadzenia właściwych pomiarów meteorologicznych w sadzie sprowadzający się do instalowania szeregu punktów mikroklimatycznych wyposażonych w przyrządy do mierzenia termiki i wilgotności powietrza i gleby, prędkości wiatru, bilansu promieniowania itp. Kosztowność tego rodzaju oprzyrządowania przekracza dziś nasze możliwości, co skłania autora do zaproponowania zorganizowania badań zastępczych nie mniejszej wartości, a mianowicie — specjalnych badań fenologicznych dla celów sadownictwa.

Autor wysuwa jako wniosek zorganizowanie „ogródków fenologicznych” w sadach przy współpracy sadowników, botaników i ekologów, podaje projekt zestawu roślin wskaźnikowych, uzasadnia celowość i wymienia korzyści tego rodzaju badań. W tym przypadku, zdaniem autora, konieczne byłoby uściślenie metodyki przyjętej w PIHM przez wprowadzenie tzw. „kontroli biologicznej”, obejmującej okres od momentu tworzenia się pąków kwiatowych poprzez dalsze etapy rozwojowe. Stożki wzrostu i ich zmiany nazywa autor „integratorami” zastępującymi precyzyjne przyrządy pomiarowe i sumującymi kompleksowe działanie czynników mikroklimatu.

Po wynikach tak prowadzonych badań połączonych z jednoczesnymi odpowiednimi obserwacjami roślin wskaźnikowych spodziewa się autor uzyskania cennego materiału do prac naukowych i wielu korzyści praktycznych, jak wzbogacenie wiedzy o siedlisku, uzyskanie podstaw do melioracji siedlisk i rejonizacji sadowniczej zarówno w skali danego sadu jak i całego kraju.

*Станислав Бац (jun.)*

## ЗНАЧЕНИЕ ФЕНОЛОГИИ В САДОВОДСТВЕ

### Резюме

В докладе вкратце изложено влияние метеорологических условий сада на количество и качество урожая. Обращено внимание на небольшое число научных исследований в этой области, общий характер их обработки основанной по преимуществу только на некоторых элементах среды как температура и осадки и то измеряемых на метеорологических станциях расположенных вне сада.

Намечено программу соответствующих наблюдений в саду заключающуюся в установке ряда микроклиматических пунктов с приборами для измерения термического режима и влажности воздуха и почвы, скорости ветра, радиационного баланса и пр. В случае недостатка такого оборудования предложено заменить вышеуказанные измерения наблюдениями не меньшего значения: специальными фенологическими наблюдениями для садоводства. Рекомендуются организовать „фенологические участки” в садах при помощи садоводов, ботаников и экологов, дан перечень индикаторных растений, обоснован проект и перечислены пользы исследований.

По мнению автора необходимо уточнить метод обработки фенологических материалов применяемый в Государственном Гидрометеорологическом Институте при помощи „биологического контроля” всех фенофаз, начиная с момента закладки летом почек. Конус нарастания автор называет „интегратором” замещающим точные измерительные приборы и суммирующим комплексное воздействие микроклиматических элементов. Автор считает, что результаты этих испытаний и одновременных наблюдений над индикаторными растениями обогатят наши знания о растительной среде, дадут основы для её улучшения и помогут в деле районирования садов.

*Stanisław Bac (jun.)*

## IMPORTANCE OF PHENOLOGY IN POMICULTURE

### Summary

Author begins with problem of the influence of orchard microclimatic conditions on the quantity and quality of crops. Attention was drawn to the scanty number of research works in this scope as well as to their too general character. These works take into consideration only some of habitat elements like temperature or precipitation analyzed on the basis of results of observations coming from ordinary meteorological stations situated outside the orchard.

Author gives a draft of proper meteorological measurements scheme in orchard which establishes some microclimatic observation posts equipped with instruments for measuring soil and air temperature and humidity, wind velocity, radiation balance etc. However, as these apparatus are too expensive for us now, Author proposes to start with substitutional research of the same value, namely with special phenological observations for orchard purposes. Suggestion was made to organize the special „phenological gardens” in orchards in cooperation with orchardists, botanists and ecologists. A list of plants-indicators was presented. Aim of this kind of work was proved and profits specified.

In the Author's opinion the greater precision of the method used in National Institute for Hydrology and Meteorology is desirable, namely by introducing a „biological supervision” from the budding-time through the following development

phases. Gemmules Author called "integrators" substituting precise measuring apparatus and indicating the complex influence of microclimatic factors.

Author expects to get, from such kind of observations, valuable material for scientific works and many practical profits like: increased knowledge of habitat, basic information for habitat amelioration and orchard classification.