

M. CZECH
ŻYCIE
ROŚLIN

PIWR

BIBLIOTEKA ROLNICZA SAMOPOMOCY CHŁOPSKIEJ

M. CZECH

ŻYCIE ROŚLIN

WARSZAWA 1950

PAŃSTWOWY INSTYTUT WYDAWNICTW ROLNICZYCH

CENTRALNA BIBLIOTEKA PEDAGOGICZNA
przy K. O. S. B.
w Białymstoku

5074 58

PIWR. Zam. 326. Nakład 30 200. Papier druk. sat. V kl. 70 gr 61 × 86

Druk ukończono w czerwcu 1950 r.

Drukarnia Nr 4 „Czytelnik“ w Łodzi. Zam. 2007 10.2.50 r. D—1-10899

WSTĘP

Przed rolnictwem naszym staje w Planie Sześcioletnim zadanie ciągłego podnoszenia plonów. Dla tego celu nie wystarczy tylko znajomość zasad uprawy roli i roślin. Podnosić plony roślin można tylko wtedy, gdy się zasady uprawy stosuje świadomie, gdy się rozumie znaczenie każdego zabiegu. Prawidłową uprawę i nawożenie można zastosować tylko na podstawie znajomości życia roślin i otaczającego je środowiska. Jeżeli chcemy świadomie kierować rozwojem roślin uprawianych przez nas, to musimy dokładnie poznać życie rośliny, wiedzieć jakiej gleby ona wymaga, jakiej wymaga uprawy i jakiego nawożenia potrzebuje.

Tym bardziej zaś jest nam potrzebna znajomość życia i rozwoju roślin dla ich przeobrażania. Chcąc stale podnosić plony roślin uprawnych nie możemy ograniczać się do zaspokajania ich wymagań, ale musimy stale zmieniać kierunek ich rozwoju, zwiększać ich zdolność do wydawania wysokich plonów, tj. plenność. Jedynie stały wzrost plenności uprawianych przez nas roślin umożliwi celowe użycie w rolnictwie coraz to większej ilości maszyn i nawozów. Nasze rośliny uprawne, dostosowane do skąpych dawek nawozów i niedoskonałej uprawy nie będą mogły odpowiedzieć należytą zwykłą plonów na zwiększone dawki nawozów i lepszą uprawę. Dlatego obowiązkiem każdego rolnika jest stale ulepszanie, uszlachetnia-

nie roślin uprawnych, dostosowywanie ich do wymagań nowego rolnictwa współpracującego ściśle z przemysłem i z nauką rolniczą.

Zadaniem tej książki jest zapoznanie czytelnika z zasadami życia i rozwoju roślin. Znajomość ich umożliwi mu ulepszenie sposobów uprawy i uszlachetniania roślin.

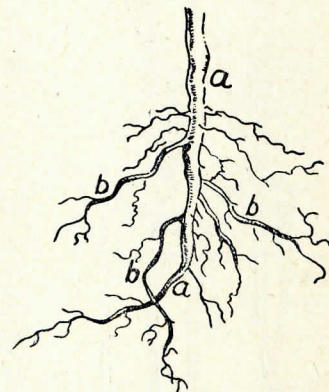
CZYNNOŚCI PODZIEMNYCH ORGANÓW ROŚLINY

Korzenie i włósniki korzeniowe

Przyjrzyjmy się pracy podziemnych narządów rośliny.

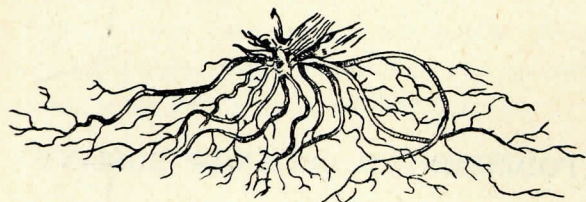
Wydostańmy ostrożnie, przy pomocy szpadla jakąś roślinę, np. rzepak, łubin, groch, otrząśnijmy ją z ziemi, opluczmy w wodzie, a ujrzymy, że oprócz jednego korzenia głównego, czyli palowego, który rośnie pionowo ku dołowi nieraz bardzo głęboko, każda z tych roślin rozpościera w ziemi na wszystkie strony cieńsze korzenie boczne starając się objąć nimi jak największą przestrzeń (rys. 1).

Nie wszystkie rośliny mają korzenie jednakowo rozgałęzione. dlatego też z niejednakową mocą siedzą one w ziemi. Są nawet i takie i to właśnie wśród najlepszych naszych znajomych, np. żyto, pszenica, owies, jęczmień — słowem rośliny trawiaste, u których korzeń główny nie rozwija się, natomiast z dolnej części ich łodygi wyrasta cały pęczek korzonków jednakowej grubości. O takich roślinach mówimy, że mają korzeń wiązkowy (rys. 2).



Rys. 1. Korzeń grochu:
a — główny, b — boczne

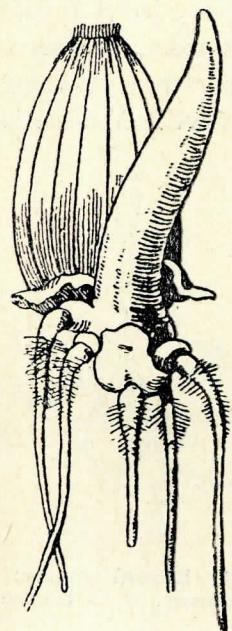
Nie myślny jednak, że nam się udało wydobyć z ziemi cały korzeń. Tak nie jest. Choćbyśmy zrobili to jak najostrożniej, nie tylko koniuszki niektórych korzonków przy tym się pourywają,



Rys. 2. Korzeń żyta wiązkowy

ale śmiało można powiedzieć, że przy otrząsaniu korzenia zostaną oderwane najważniejsze jego części, tzw. włosniki korzeniowe.

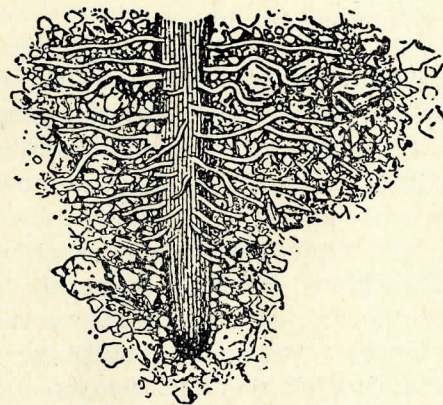
Położmy na talerzu parę ziaren żyta, grochu, gorczycy lub innej rośliny, postawmy je w ciepłym miejscu i dostarczajmy ciągle wilgoci, a zobaczymy, że wkrótce powyrastają korzonki. Przyjrzyjmy się następnie takiemu korzonkowi. W pewnym odstepie od koniuszka znajdziemy na nim pasek jakby omszony, okryty delikatnymi, ledwo widzialnymi włoskami, dalej zaś ku nasadzie korzonek jest bez włosków (rys. 3). Gdybyśmy na ten omszony pasek spojrzeli przez szkło powiększające, ujrzelibyśmy długie, cienkie wyrostki, gęsto okrywające korzonek (rys. 4). Te wyrostki, to właśnie najważniejsze części korzenia — włosniki korzeniowe.



Rys. 3. Pierwsze pięć korzeni kiełkującego ziarnka pszenicy, okryte włosnikami (w powiększeniu)

Przyjrzyjmy się młodziutkiej roślince, ostrożnie wydobytej z pulchnej ziemi wkrótce po skiełkowaniu (rys. 5). Włosniki na jej korzeniu są całkowicie oblepione ziemią. Oglądając po-

szczególne włosniki przez szkło powiększające zobaczymy, że cząsteczki ziemi jakby powrastały we włosniki (rys. 6). W istocie zaś cieniutki włosnik wciska się w najciaśniejsze

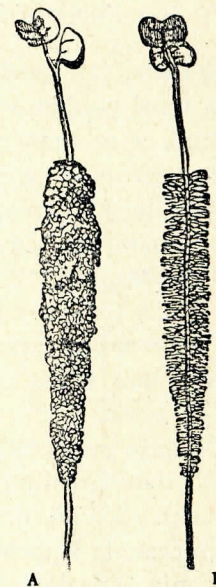


Rys. 4. Koniec młodego korzonka z okrywającymi go włosnikami; włosniki przylegają ściśle do cząsteczek ziemi (w powiększeniu)

szparki między cząsteczkami ziemi, ścianka zaś jego tak mocno łączy się z drobnymi ziarnkami gleby, że niesposób jej oderwać, raczej cały włosnik oderwie się od korzenia, niż da się oddzielić od ziemi.



Rys. 6. Pojedynczy włosnik korzeniowy, zrosnięty z cząsteczkami ziemi (mocno powiększony)



Rys. 5. Włosniki korzeniowe u młodej gorczycy, wyjętej z pulchnej ziemi: A — z grudkami ziemi przylegającymi do włosników. B — grudki ziemi zostały splukane wodą

Przy końcu każdego korzenia, zarówno głównego jak i wszystkich najdrobniejszych jego rozgałęzień, znajduje się wielka ilość włosników korzeniowych ściśle połączonych z cząsteczkami ziemi. To nam tłumaczy, dlaczego to roślina tak mocno trzyma się ziemi. Ilość włosników posiadanych przez roślinę nie zależy od

długości korzenia, ale od tego czy jest on mniej lub więcej rozgałęziony; a więc im bardziej jest rozgałęziony korzeń tym ściślej łączy roślinę z ziemią.

Pobieranie przez roślinę pokarmów z gleby

Roślina, jak każda istota żyjąca, jak zwierzę i człowiek, aby żyć, musi pobierać pokarm z zewnątrz. Znaczną część tego pokarmu, a mianowicie wodę i cząstki ziemne, czyli mineralne¹ rozpuszczone w wodzie, znajduje roślina w ziemi, gdzie mieszczą się jej korzenie.

Nie samymi korzeniami, lecz właśnie włosnikami korzeniowymi czerpie roślina pokarm z gleby. Włosniki zatem nie tylko wiążą roślinę z ziemią, ale pobierając z niej pokarmy spełniają w roślinie podwójną funkcję. Włosniki zapuszczając się dalej biorą także pokarm z cząsteczek ziemi położonych dalej od korzenia.

Długość wszystkich włosników znajdujących się na korzeniach danej rośliny jest znacznie większa od długości samych korzeni. Wielki uczyony rosyjski Timiriazew zadał sobie trud wymierzenia i porównania tej długości. Okazało się, że długość korzenia wiązkowego u jednej rośliny pszenicy, razem ze wszystkimi rozgałęzieniami, ale bez włosników dochodzi do pół kilometra. Długość zaś samych tylko włosników mieszczących się na tymże korzeniu pszenicy i jego rozgałęzieniach wynosi do dwudziestu kilometrów. Powierzchnia ssąca włosników korzeniowych, czyli ta powierzchnia, przez którą pobierają one pokarm z ziemi jest zatem o wiele większa niż powierzchnia korzenia. Mamy w tym dowód całkowitego przystosowania się

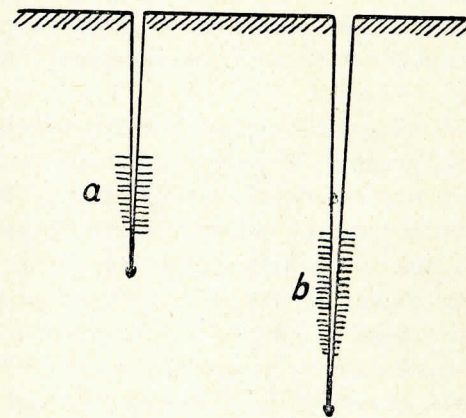
¹ Każda rzecz, każdy przedmiot z naszego otoczenia nazywa się w nauce ciałem. To z czego się składa, z czego jest utworzone każde ciało nazywa się tworzywem albo materią. Powietrze, woda, skały, kamienie i ta część roli, która powstała ze zwiędzenia skał, składają się z tworzywa mineralnego, ciało zaś roślin, zwierząt i ludzi, a także część roli zwana próchnicą, składa się prócz wody głównie z tworzywa organicznego.

rośliny do warunków siedliska. Przy olbrzymiej powierzchni pobierania pokarmów masa objętościowa włosników jest tak mała, że można ją z łatwością zmieścić w naparstku. A więc przy tak oszczędnym zużyciu materiału na budowę włosników, roślina przenika nimi grunt na ogromnej przestrzeni, aby obficie czerpać zeń pożywienie.

Włosniki korzeniowe służą roślinie tylko przez pewien okres czasu. Gdy pobrały z ziemi i przestały do korzenia pokarm płynny, który je otaczał, są już roślinie niepotrzebne. Rola ich jest skończona — i włosniki zamierają, a na ich miejsce, bliżej koniuszka korzenia, wyrastają nowe włosniki, aby z kolei pracować na pożytek rośliny i zaniknąć po spełnieniu swej czynności. Dlatego na starszych częściach korzenia nie znajdujemy włosników. Im bardziej korzeń rośliny się wydłuża, tym głębiej w ziemi wyrastają nowe włosniki, aby pobierać pokarm w nowym, jeszcze nie wyczerpanym miejscu (rys. 7).

Włosnik korzeniowy to jakby smoczek, którym roślina wciąga pokarm z gleby. Nie ma on jednak żadnego otworu — jest to rurka ze wszystkich stron zamknięta. Jednakże gazy (np. powietrze) i płyny, jak woda i rozpuszczone w niej cząstki mineralne, mogą się przesączać z ziemi do środka włosnika przez jego cienkie ścianki. Odbywa się to w podobny sposób, jak np. syrop z cukru lub roztwór soli przechodzi przy cedzeniu przez bibułkę.

Ale rozpuszczalnych cząstek pokarmowych znajduje się w ziemi niewiele, nieraz za mało, aby roślina mogła dostarczyć



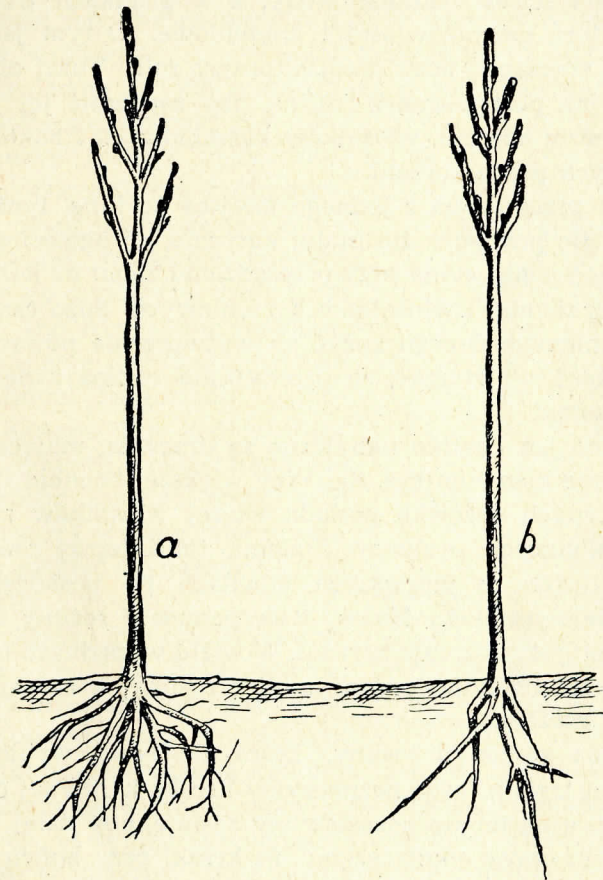
Rys. 7. a — korzeń z włosnikami, b — tenże korzeń po kilku dniach wyrosnięty

się wyżywić. Funkcje życiowe rośliny stają się wtedy czynnikiem udostępniającym roślinie pokarm. Włośniki korzeniowe jak zresztą i inne części rośliny oddychają i przy tym oddychaniu wydzielają gaz, zwany dwutlenkiem węgla, który przechodzi do wody otaczającej włośniki. Woda przez to nabiera zdolności rozpuszczania takich cząsteczek ziemnych, których poprzednio rozpuszczać nie mogła. Ponadto stwierdzono, że korzenie wydzielają sok kwaśny, który jeszcze lepiej pomaga do rozpuszczania pokarmów nierozpuszczalnych w wodzie. Jeśli na dno doniczki przed posadzeniem rośliny położyć płytkę doskonale wygładzonego marmuru, to po jakimś czasie zauważymy, że miejsca, do których przylegały korzenie, są ponadgryzane. Jest to właśnie działanie owych kwasów wydzielanych przez korzenie, od działania samej bowiem wody marmur wcale się nie zmienia.

W pobieraniu pokarmów przez rośliny biorą też udział bakterie i grzyby. W korzeniach roślin motylkowych takich jak koniczyna, seradela, lucerna, groch, fasola, wyka osiedlają się pewne gatunki bakterij, przenikające tam z gleby i wytwarzające na tkance korzenia narośle, czyli brodawki widoczne gołym okiem. Bakterie te przyswajają wolny azot z powietrza zawartego w glebie. Po obumarciu bakterij roślina żywi się pozostawionym przez nie azotem. Na 1 ha bakterie brodawkowe przyswajają do 2 q azotu co odpowiada 9 q saletry. Mniej więcej połowa tego azotu pozostaje w resztkach poźniwnych i zostaje wykorzystana przez następne uprawy.

Skoro już dokładnie poznaliśmy znaczenie włośników korzeniowych w gospodarce rośliny i rolę brodawek z bakteriami w życiu roślin motylkowych, należy dbać o to, żeby roślinom uprawnym nie przeszkadzać w rozwijaniu tych ważnych narządów, a przeciwnie wszelkimi środkami rozwój ich ułatwiać. Musimy dbać o to, aby znalazły one w ziemi wszystkie warunki potrzebne do rozwoju. Korzenie wszystkich roślin potrzebują powietrza do oddychania, a bakterie brodawkowe współżyjące z roślinami motylkowymi potrzebują go też jako źródła azotu.

Równocześnie rośliny wymagają wilgoci w glebie. Tylko jednoczesny dopływ wody i powietrza z gleby do korzeni może zapewnić dobry rozwój roślinie. W wypadku, gdy gleba nasią-



Rys. 8. a — drzewko o korzeniach dobrze rozgałęzionych, b — o korzeniach źle rozgałęzionych

kła wodą, to brak w niej powietrza, a gdy wyschła, to brak w niej wilgoci. Dzięki pracom uczonego radzieckiego Wiliama potrafimy jednak osiągnąć jednoczesną obecność wody i po-

wietrza w glebie przez nadanie jej budowy gruzełkowatej. Gleba o budowie gruzełkowatej składa się z drobnych grudek o średnicy 1—10 mm. Między tymi grudkami swobodnie krąży powietrze i ścieka nadmiar wody, a w grudkach trzyma się wilgoć, którą czerpią włósniki korzeniowe. O tym jak nadać roli taką strukturę uczy nauka uprawy roli. Tutaj zajmujemy się tym, jak postępować z rośliną, aby zapewnić jej jak najlepszy rozwój korzeni, włósników korzeniowych i bakterii uzupełniających pracę korzeni.

Roślina przesadzona z jednego miejsca na inne, tym łatwiej i prędzej się przyjmie. Im mniej korzenie jej ogołocimy z ziemi. Roślina pozbawiona przy przesadzaniu ziemi na korzeniach, a razem z ziemią i włósników korzeniowych dużo czasu musi stracić i niemało energii zużyć na wytworzenie nowych włósników. Może się zdarzyć, że przesadzona roślina zwiędnie zanim to nastąpi.

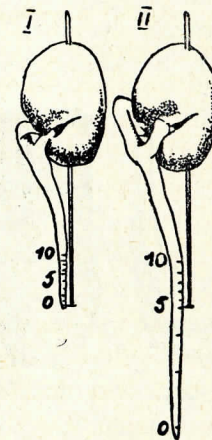
Wiadomo jak chętnie nabywane są drzewka, mające dobrze rozgałęzione korzenie (rys. 8). Przy większej bowiem ilości korzeni bocznych drzewko posiada więcej włósników korzeniowych, chłonnących pokarmy z ziemi; toteż lepiej rozwija się ono nie tylko w pierwszych chwilach po posadzeniu, ale i w późniejszym życiu. Należy więc pobudzać rośliny uprawne do lepszego rozgałęziania korzeni. W wielu wypadkach można to osiągnąć, trzeba tylko poznać naturę rośliny, a raczej właściwości jej korzeni.

Jeżeli na korzonku rośliny, która niedawno wykiełkowała z nasienia, trwałą farbą naznaczymy kreski w równej od siebie odległości, a następnie pozostawimy roślinę, aby dalej rosła, to po pewnym czasie spostrzeżemy, że kreski przy końcu korzonka mocno się rozsunęły, położone zaś wyżej, bliżej nasady korzenia pozostały w tej samej odległości od siebie (rys. 9). Tym prostym sposobem każdy może się przekonać, że korzeń rosnąc wydłuża się tylko na końcu. Toteż jeśli ten koniec uszczknąć lub uciąć, korzeń traci zdolność do dalszego wydłużania się, soki zaś odżywcze zostają zużyte przez roślinę na jego rozga-

łęzenie. Tak właśnie postępujemy przy przesadzaniu drzewek w szkółce lub rozsady w inspekcje.

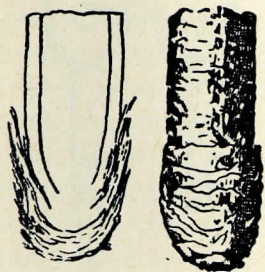
Przy zasiewie roślin motylkowych musimy pamiętać o tym, że korzenie ich muszą współżyć z odpowiednimi bakteriami. Bakterie współżyjące z roślinami motylkowymi uprawianymi u nas od dawna zwykle znajdują się w roli. Inaczej natomiast przedstawia się sprawa, gdy chodzi o nowe rośliny motylkowe, takie np. jak soja czy kozieratka. W tych wypadkach roślina może nie napotkać w glebie bakterii zdolnych do współżycia z nią i nie rozwinię się. Aby temu zapobiec, trzeba nasienie tych roślin zakazić odpowiednimi bakteriami. Zamawiając nasiona lub kontraktując uprawę nowych roślin motylkowych trzeba zażądać także kultury bakterii i według załączonego przepisu zwilżyć nią nasienie przed wysiewem.

Widzieliśmy, że korzeń rosnąc wydłuża się tuż przy samym końcu, koniuszek ten jest więc zawsze najmłodszy, a zarazem i najdelikatniejszą częścią korzenia. Jest on także bardzo czuły, zwłaszcza na wilgoć w ziemi: odwraca się od miejsc suchych i jałowych, a wygina się chętnie ku wilgotniejszym i bardziej zasobnym w pokarmy, skąd łatwiej może pobierać wodę i rozpuszczone w niej mineralne cząstki pokarmowe. Gdy napotka na swej drodze kamień lub inną przeszkodę, koniuszek korzenia odzuwa jej dotknięcie i odpowiednio się odchyła, żeby ją ominąć. Delikatny koniec korzenia rosnąc musi torować sobie drogę wśród cząsteczek roli, między którymi nie brak bardzo ostrych, a więc ciągle jest narażony na uszkodzenie. Spulchnianie ziemi



Rys. 9. I — korzonek kiełkującego ziarna bobu z kreskami naznaczonymi w równych odstępach. II — tenże korzonek po kilku dniach, wyrosnięty

przez należyłą uprawę ułatwia korzeniom tę pracę, ale nie usuwa całkowicie niebezpieczeństwa poranienia młodego koniuszka. Tym bardziej narażony jest na uszkodzenie koniuszek korzenia roślin dzikich, rozpychający cząsteczki zwartej, nigdy niespulchnianej darni. Oczywiście jest rzeczą, że taka czynność silnie zużywająca koniuszek korzonka nie mogła pozostać bez wpływu na jego budowę, ale musiała go stopniowo przeobrazić, wytworzyć w nim odpowiednie funkcje ochronne. Badając koniec korzonka przez szkła powiększające, przekonamy się,



Rys. 10. Koniec korzenia z czapeczką: A — z zewnątrz, B — przecięty podłużnie (w powiększeniu)

że jest on okryty z wierzchu czapeczką, jakby napastką (rys. 10). Gdy przebija ziemię, czapeczka owa ściera się wprawdzie i łuszczy z wierzchu jak podeszwa u buta, ale równocześnie odrasta od środka.

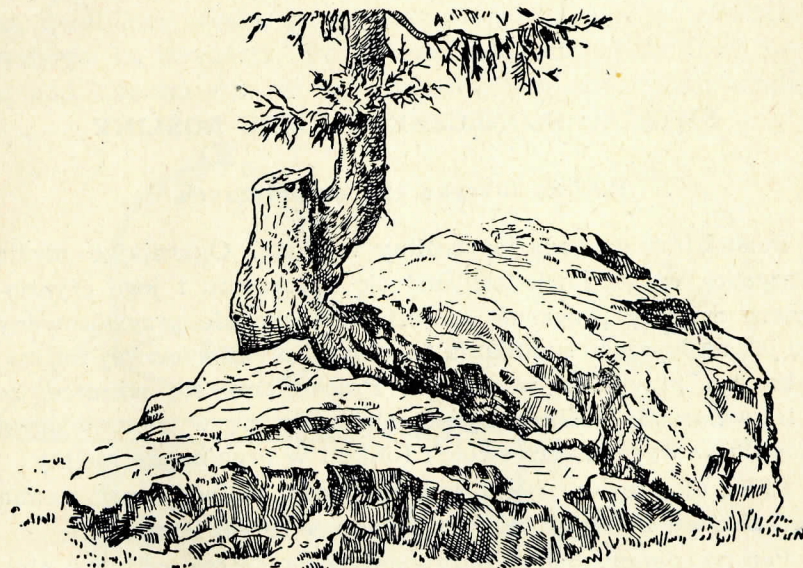
Stwierdziliśmy przed chwilą, że korzeń stara się ominąć napotkaną przeszkodę. Czynią to cienkie i słabe korzonki, natomiast grube korzenie często nie cofają się wobec przeszkody będącej na ich drodze, lecz starają się ją pokonać. Siła, jaką przy tym wykazują, bywa bardzo duża. Znane

są wypadki, że korzenie drzew torując sobie drogę w szczelinach skał rozsadały je na części (rys. 11).

Rola korzeni nie ogranicza się do czerpania pokarmów, gdyż niekiedy spełniają one rolę organów rozmnożenia rośliny. Niektóre rośliny mają zdolność odbijania z korzenia. Należą do nich zarówno rośliny uprawne, takie jak malina, wiśnia, śliwa, bez, jak i trudne do wytopienia chwasty, np. oset, powój.

Niektóre rośliny odkładają w korzeniach materiały zapasowe. Należą tu np. marchew, burak, rzepa, brukiew i in. Rozwijają się one jako rośliny dwuletnie. W pierwszym roku tworzą tylko liście i gruby korzeń główny. Na drugi rok wyrastają pędy nasienne.

U wielu roślin można zauważyć kurczenie się korzeni. Prowadzi to do lepszego umocowania ich w glebie i do pewnego wciągania pod powierzchnię ich części nadziemnych. Tak np. stwierdzono, że siewki koniczyny, lucerny i innych roślin



Rys. 11. Modrzew, którego korzenie rozsadały głaz 2 i pół m wysokości; szpara wynosi około 30 cm

motylkowych wciskają się w glebę. Według danych uczonego radzieckiego Lisicyna, kurczenie się korzeni koniczyny zaczyna się już w 8—10 dni po skielkowaniu. Pod koniec miesiąca liścienie znajdują się już na powierzchni ziemi. Wtedy liścienie obumierają, a na ich miejscu tworzą się pączki, które dadzą boczne pędy rośliny. Pod koniec trzeciego miesiąca szyjka korzeniowa znajduje się w glebie na głębokości 1,5 cm. To wciąganie trwa dwa lata. Dlatego młodej, tegorocznej koniczyny i lucerny nie wolno spasać, a przy koszeniu trzeba uważać, aby nie uszkodzić szyjki korzeniowej.

ŚWIATŁO SŁONECZNE W ŻYCIU ROŚLINY

Roślina fabryką ciał organicznych

Poznaliśmy gospodarkę rośliny w ziemi. Ogarniając myślą wszystko, czego dowiedzieliśmy się o korzeniu i jego czynnościach musimy przyznać, że jest on doskonale przystosowany do jak najlepszego spełniania tej części pracy życiowej rośliny, jaka mu przypadła w udziale. Przekonamy się wkrótce, że i inne narządy rośliny wyspecjalizowały się w niemniejszym stopniu w wypełnianiu swoich funkcji w organizmie rośliny.

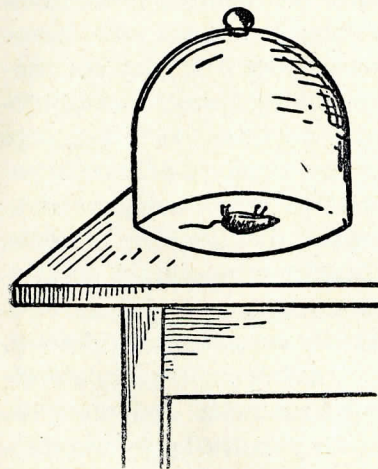
Prócz ukrytego w ziemi korzenia, roślina wydaje nad ziemią pęd złożony z łodygi okrytej zielonymi liśćmi i pąkami.

Pęd nadziemny bierze pożywienie z powietrza, oddycha nim, korzysta z ciepła i chłonie chciwie światło słoneczne. Jeden z gazów zawartych w powietrzu — dwutlenek węgla, jest dla rośliny surowym tworzywem, które ona przerabia na rzeczy bardziej cenne. Inny gaz powietrza — tlen, służy jej do oddychania. Wreszcie ciepło i światło słoneczne dają energię, dzięki której przebiegają procesy życiowe rośliny.

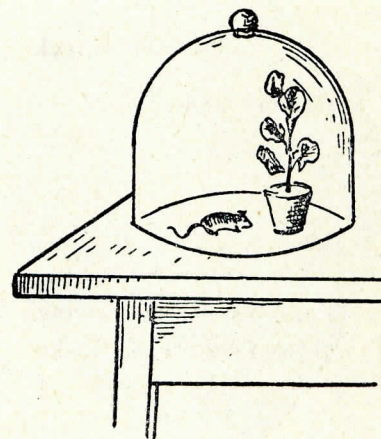
Przypatrzymy się teraz, jak dokonuje roślina tej trudnej i ważnej pracy wytwarzania z dwutlenku węgla, wody, soli mineralnych i energii słonecznej komórek swojego ciała oraz jak dalece łodyga i liście roślin wyższych przystosowały się do wypełniania swoich funkcji w ciągu długiej drogi rozwoju.

Już sto kilkadziesiąt lat temu pewien uczony wykonał następujące doświadczenie: pod szklanym kloszem, o dolnym

brzegu przylegającym ściśle do powierzchni stołu, umieścił mysz (rys. 12). Po pewnym, niezbyt zresztą długim czasie, mysz się udusiła. Jak to sobie wytłumaczyć? Otóż tlen zawarty w powietrzu wciągany do płuc przy oddychaniu, zostaje wchłonięty przez krew zwierzęcia, z krwi natomiast wydziela się inny gaz, dwutlenek węgla, który wraz z wydychanym powietrzem wychodzi na zewnątrz. Po każdym oddechu myszy ilość tlenu pod kloszem stawała się mniejsza, ilość dwutlenku węgla



Rys. 12. Mysz ginie pod kloszem po wyczerpaniu tlenu

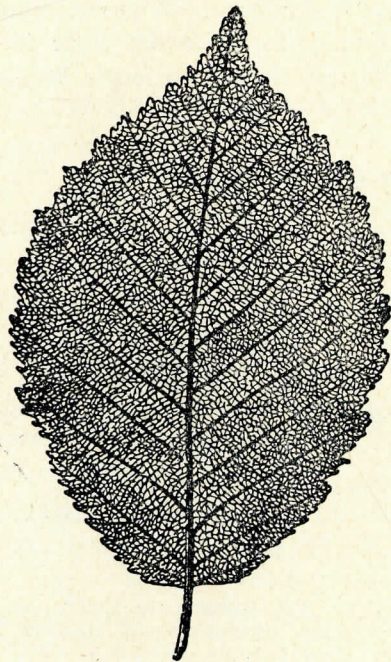


Rys. 13. Roślina w dzień odświeża powietrze pod kloszem

zaś większa i wreszcie, gdy tlenu całkowicie tam zabrakło, nastąpiła śmierć zwierzęcia.

Pod tym samym kloszem umieścił uczony roślinę w doniczce. Druga mysz wpuszczona pod klosz, żyła tam swobodnie (rys. 13). Z tego prostego doświadczenia wynika, że roślina jest zdolna poprawić i odświeżyć powietrze pozbawione tlenu przez zwierzę. Roślina bowiem pobiera z powietrza i zużywa dwutlenek węgla, wytwarzany przez zwierzę przy oddychaniu, wydziela natomiast tlen i przez to czyni powietrze, pozbawione tlenu przez oddychanie, na nowo przydatnym do oddychania.

Doświadczenie z rośliną pod szklanym kloszem nie uda się jednak, gdy zostanie wykonane w ciemnym miejscu. Stąd łatwo można się przekonać, że światło słoneczne daje energię, bez której roślina nie może spełniać tej niezmiernie ważnej czynności — pobierania z powietrza dwutlenku węgla i wydzielania tlenu.



Rys. 14. Gęsta siateczka żyłek na liściu

Wiemy już, że korzenie roślin za pomocą włoszków pobierają z ziemi wodę z rozpuszczonymi w niej cząstkami mineralnymi. Dowiadujemy się teraz, że prócz tego pobiera roślina pokarm z powietrza w postaci gazu zwanego dwutlenkiem węgla. Cząstki mineralne i dwutlenek węgla są to jednak tworzywa surowe: ani człowiek, ani żadne zwierzę żywić się nimi nie może. Jedynie tylko rośliny potrafią je zużytkować, przerobić, przygotować sobie z tego surowca prawdziwie użyteczny pokarm.

Organem, który spełnia w roślinie tę czynność są zielone liście. Nie służą one do ozdoby roślin, jak to się niejednokrotnie może wydawać, ale żywią roślinę.

Długimi, cienkimi rurkami, z korzeni poprzez łodygę nieustannie dochodzi do liści woda i cząsteczki w niej rozpuszczone. Rurek tych w korzeniu i łodydze zwykle nie dostrzegamy z powodu ich cienkości, natomiast widzimy je wyraźnie w wielkiej ilości na liściu, gdzie tworzą gęstą siateczkę żyłek (rys. 14).

Z powietrza wchłaniają liście dwutlenek węgla przenikający przez mnóstwo drobnych szparek, znajdujących się przeważnie na spodniej stronie liścia. Im mocniej świeci słońce, tym więcej pokarmu z wody i dwutlenku węgla wytwarza się w liściach. W nocy czynność ta zupełnie ustaje, bo tylko światło słoneczne dostarcza energii do wytwarzania z wody i dwutlenku węgla ciał organicznych. Zielony barwik liści pochłania i zatrzymuje promienie słoneczne; część ich energii zostaje zużyta do przeprowadzenia procesu rozbicia dwutlenku węgla na tlen i węgiel oraz związanie węgla na cukier. Cukier łączy się następnie z pokarmami mineralnymi tworząc wszystkie pozostałe materiały, z których składa się roślina. Przygotowany pokarm, złożony z różnych tworzyw organicznych, podobną drogą, tj. rurkami, rozchodzi się z liści do różnych części rośliny i dostaje się wszędzie tam, gdzie jest potrzebny.

Tak właśnie wytwarza się w roślinach mączka, czyli skrobia, której dużo nagromadza się w ziarnie zbóż, w bulwach ziemniaków; cukier gromadzi się w większej ilości w korzeniu buraka, marchwi, w łodydze trzciny cukrowej; olej, czyli tłuszcz roślinny w nasieniu rzepaku, lnu, konopi; wreszcie białko, w znacznej ilości zebrane w nasieniu grochu, fasoli, łubinu.

Gdyby rośliny nie posiadały tej zdolności twórczej, nie byłoby nic żywego na świecie, bo zwierzęta i ludzie tym właśnie się żywią, co wytwarzają rośliny. Pokarm dlatego daje nam siłę, że jest w nim nagromadzona energia słoneczna. Cała energia, którą ludzie i zwierzęta zużywają na ruch, na wszystkie swoje procesy życiowe, na podtrzymanie temperatury ciała, pochodzi ze słońca. Rośliny zielone chwytają tę energię, i gromadzą ją w pokarmach, które my z nich czerpiemy. Również energia, którą ludzie zużywają do celów technicznych drogą spalania węgla, drzewa, torfu, ropy, nafty, benzyny, pochodzi ze słońca i została kiedyś zmagazynowana przez rośliny zielone. Zarówno pociąg jak i samolot poruszane są światłem słonecznym.

Oprócz gromadzenia energii słonecznej, rośliny w ciągu dnia oczyszczają powietrze z nadmiaru dwutlenku węgla, szkodliwego dla zwierząt i ludzi, wydzielają natomiast niezbędny do oddychania tlen. Gdyby nie wydzielanie tlenu przez rośliny zielone, zachodzące tylko w czasie wiązania dwutlenku węgla, nie byłoby życia na ziemi. Przy oddychaniu istoty żywe pobierają z powietrza tlen i wydzielają dwutlenek węgla. Spalanie drzewa, węgla, nafty itp. również pochłania tlen i powoduje wydzielanie dwutlenku węgla.

Gleba też oddycha, pochłania bowiem tlen i wydziela w powietrze dwutlenek węgla. Oddychanie gleby tłumaczy się tym, że oddychają w niej korzenie roślin, zwierzęta, a szczególnie bakterie, które w ogromnych ilościach żyją w glebie. Jeden hektar przegrzanej, dobrze uprawionej ziemi może wydzielić przez miesiąc 3 — 7 ton dwutlenku węgla.

Pomimo tych zjawisk oddychania i spalania powietrze pozostaje stale zdadne do oddychania. Ilość tlenu nie zmniejsza się, a zawartość dwutlenku węgla w powietrzu wynosi stale około trzech setnych procentu.

Rośliny zielone również oddychają i pochłaniają przy tym z powietrza wolny tlen, a wydzielają dwutlenek węgla. Ale oddychanie roślin zielonych przejawia się na zewnątrz tylko w nocy. Natomiast w dzień, na świetle, w zielonych częściach roślin o wiele silniej przebiega odwrotny proces, w trakcie którego pochłaniają one z powietrza dwutlenek węgla, a wydzielają w powietrze tlen. Innymi słowy, w dzień, w świetle słonecznym przyswajanie dwutlenku węgla, czyli żywienie się roślin znacznie przewyższa oddychanie.

Jak z tego widzimy, dwutlenek węgla, który dla zwierząt i ludzi jest tylko odpadkowym, szkodliwym produktem oddychania, jest dla roślin źródłem najważniejszego pokarmu — węgla. Ciało roślin jest zbudowane ze związków węgla. Wobec tego powinniśmy dbać o to, aby dostarczyć roślinom dwutlenku węgla w ilości większej niż ta, która zwykle znajduje się w powietrzu. Najłatwiej osiągamy zwiększenie ilości

dwutlenku węgla w powietrzu w inspektach, gdzie rozkładający się nawóz koński jest stałym i obfitym źródłem tego pokarmu dla roślin, a przykrycie inspektów z boków i z góry utrudnia wywiewanie go przez wiatr.

Powinniśmy dążyć do tego samego również w polu. Dla zwiększenia wydzielania dwutlenku węgla z gleby polowej trzeba nawozić ją przegniłym lub półprzgniłym obornikiem i podtrzymywać jej oddychanie. Silne oddychanie gleby jest możliwe tylko wtedy, gdy powietrze będzie miało do niej stały dostęp. Spulchnianie roli nie zapewnia stałego dostępu powietrza, bo najbliższy deszcz glebę zaskorupi. W zbożach spulchniania prawie zupełnie nie stosujemy. Jedynym sposobem utrzymania gleby w stanie umożliwiającym stały dostęp powietrza i wydzielanie dwutlenku węgla jest uprawa jej według systemu trawopolnego, stworzonego przez Williama. Uprawa taka nadaje roli budowę gruzełkowatą i zapobiega jej zlewaniu się.

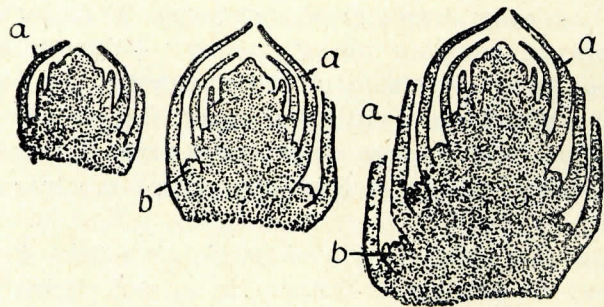
Wydzielony z gleby dwutlenek węgla nie ucieka do góry, bo jest cięższy od powietrza. Trzyma się on nad ziemią, skąd rośliny mogą go chłonać, może jednak być wywiewany przez wiatr. Dlatego na polach dobrze uprawianych i nawiezionych, o czynnej i sprawnej glebie opłaca się zakładanie żywopłotów i leśnych względnie sadowych pasów ochronnych. Wiedzą o tym od dawna ogrodnicy i szeroko stosują tę metodę.

Zielone liście rośliny jako łowcy energii słonecznej

Dla jak najsilniejszego wiązania dwutlenku węgla musi roślina otrzymać podczas dnia jak najwięcej światła. W ciągu rozwoju rośliny wyższe doskonale przystosowały się do spełniania tego zadania.

Na ich wydłużonej pałeczkowatej łodydze widzimy bardzo cienkie, a szerokie, spłaszczone jak blaszki liście. Łączna powierzchnia ich jest ogromna. Koniczyna wytwarza na 1 ha zasiewu 25-hektarową powierzchnię liści, lucerna 85-hektarową,

ziemniaki 40-hektarową. Gdyby liść był kształtu podobnego do łodygi lub jakiegokolwiek innego, np. zwinięty w kłębek, to oczywiście mniej by otrzymywał światła, gdyż mniejszą miałby powierzchnię. Blaszkowaty kształt liści jest więc bardzo pożyteczny dla rośliny, tym bardziej, że delikatna blaszka liściowa jest doskonale zabezpieczona przed rozerwaniem mocnymi włóknami w żyłkach, które przenikając ją w różnych kierunkach tworzą gęstą siateczkę, dodając przez to sztywności, a więc są jakby szkieletem liścia.

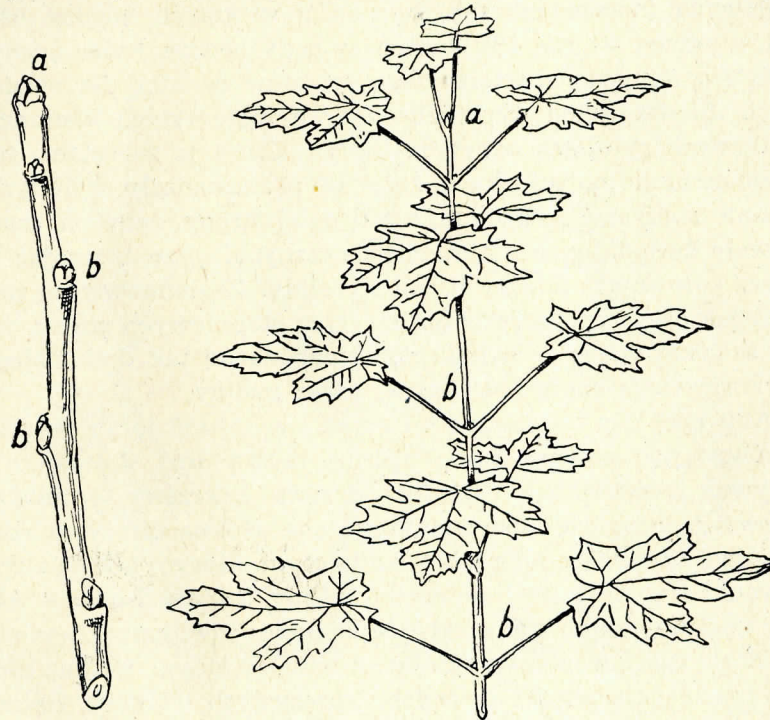


Rys. 15. Rozwój pączka: a — młode listeczki, które z czasem rozrosną się w liście, b — młode pączki w kątach listeczków

Pęd tak samo jak korzeń rośnie, czyli wydłuża się swoim wierzchołkiem, ale w kierunku wprost przeciwnym — ku słońcu, podczas gdy korzeń unika światła słonecznego. Na tym młodziutkim stożku wzrostowym łodygi powstają liście, toteż widzimy tam zawsze grupę malutkich, niezupełnie jeszcze rozwiniętych, gęsto ułożonych listeczków, nazywanych pączkami (rys. 15).

Mogłoby się zdawać, że najkorzystniej byłoby dla rośliny, gdyby liście zupełnie rozwinięte znajdowały się na łodydze tak gęsto, jak młode listeczki w pączku, bo im więcej będzie miała roślina liści, tym większą pracę będą one mogły wykonać. Takie wyrachowanie byłoby jednak mylne, trzeba bowiem pamiętać, że liście, aby mogły skutecznie pracować, muszą być oświe-

tlone, a więc nie powinny zaciemniać jeden drugiego. Do tego też nieustannie dąży roślina. Oto gdy pączek liściowy się rozwija, ukryty w nim wierzchołek łodygi znacznie się wydłuża, a siedzące na nim młode listeczki odsuwają się przez to na taką odległość i w takim porządku, aby wszystkie mogły jednako korzystać ze światła. Tylko bardzo wąskie liście jak igły u sosny mogą gęściej okrywać gałązki.



Rys. 16. Pączki na łodydze: a — wierzchołkowy, b — kątowe

Ale i rzadziej rozmieszczone liście mogłyby sobie wchodzić w drogę, zasłaniając się wzajemnie od światła, gdyby były bezładnie rozmieszczone na łodydze. Toteż łatwo się przekonać, że liście każdej rośliny są rozmieszczone na łodydze w pewnym porządku, w pewnych jednakowych od siebie odstępach.

Widzimy wreszcie, że u wielu roślin brzeg liści jest jakby wyrzeźbiony, pokrajany mniej lub więcej głęboko. Przez te wycięcia światło łatwiej dochodzi do liści niżej położonych.

Aby bez zbytniego zgęszczania liści wytworzyć ich jak najwięcej i otrzymać możliwie największą powierzchnię chłonącą światło słoneczne, przeważna część roślin ma pęd rozgałęziony. Na pędzie głównym rosnącym pionowo w górę, z pączków kątowych (nazwanych tak, bo siedzą w kątach między liśćmi, a łodygą — rys. 16), wyrastają pędy boczne, które odchylają się od pędu macierzystego szukając światła dla swoich liści. Spójrzmy na wspaniały dąb, o rozłożystych konarach, o licznych gałęziach okrytych liśćmi. Liście te są celowo tak rozmieszczone na gałązkach, żeby nie przeszkadzały sobie wzajemnie korzystać ze światła, a z drugiej strony, żeby nie marnowały życiodajnych promieni słonecznych, przepuszczając je przez pozostające między liśćmi szczeliny. Zastanówmy się nad tym jak długa droga rozwoju, ciągłych stopniowych zmian, jaka zaciekle walka o światło doprowadziła do tak doskonałego wykorzystania energii słonecznej przez rośliny.

Aby tyle liści udźwignąć ku górze i wystawić je na światło, zarówno pęd główny jak i boczne muszą być dostatecznie sztywne i wytrzymałe. Dlatego drzewa i krzewy gromadzą w swoich łodygach odpowiednio ułożone włókna sprężyste, rozciągliwe i tworzą z nich jakby szkielet, na którym jak na rusztowaniu trzymają się inne części rośliny, kwiaty i owoce. Ale i w większej części ziół o łodydze miękkiej i delikatnej wytworzyło się rusztowanie, wynikające z budowy łodygi, wzdłuż której przebiegają wiązki mocnych, sprężystych włókien. Szczególnie godne uwagi są źdźbła zbóż; puste wewnątrz, o cienkiej ściance zewnętrznej, dźwigają jednak prócz liści kłosa pełne ziarna. Włókna wzmacniające łodygę są tu zebrane na obwodzie i to sprawia, że łodyga taka jest odporniejsza na złamanie. Ciągła walka o byt, w której utrzymać się mogły tylko te rośliny, które najszybciej rosły w górę, ku słońcu, doprowadziła do wytworzenia się takiej budowy, która pozwala na osią-

gnięcie znacznej wytrzymałości przy wielkiej oszczędności materiału.

Nie wszystkie jednak rośliny mają taką budowę łodygi. Chmiel np. lub powój mają łodygi nie nadające się do samodzielnego wyrastania w górę. Przystosowały się one w inny sposób do walki o słońce — wiją się naokoło innych roślin o sztywnej



Rys. 17. Łodyga wijąca się chmielu i powoju

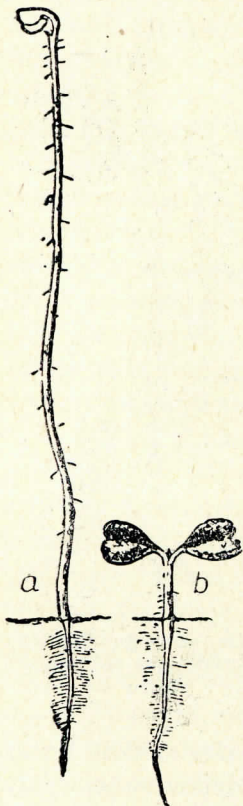
Rys. 18. Łodyga dzikiego wina czepiająca się wąsami muru

łodydze, albo też wokoło tyk i tak osiągają dostateczne nasłonecznienie dla swoich liści (rys. 17). Groch, dzikie wino, dynia, chwytają się w tym celu wąsami liściowymi lub pędowymi wszystkiego, co tylko napotykają na drodze (rys. 18). Inne rośliny, jak np. jeżyna, zamiast wąsów mają kolce, którymi czepiają się podpory. W tych wszystkich urządzeniach widzimy jedno: przystosowanie się rośliny do tego, aby wznieść się ku

górze, ku światłu, aby nie zostać zagłuszoną przez inne silniejsze rośliny. Stosunkowo niewiele jest takich roślin, których pędy leżą na ziemi, są jednak i takie. U roślin więc, tak samo jak u zwierząt, spotykamy najróżnorodniejsze przystosowania, które wytworzyła w nich walka z innymi gatunkami o byt.

Gdy roślina ma światła pod dostatkiem, rozwija się pomyślnie; w przeciwnym razie marnieje, ginie cała, a przynajmniej częściowo przybiera chorobliwe kształty. Drzewo rosnące w gęszczu leśnym traci gałęzie u dołu w tych miejscach, dokąd promienie słoneczne z trudem się przedzierają lub zupełnie nie dochodzą. Drzewo rosnące na brzegu lasu rozwija koronę prawie wyłącznie od strony zewnętrznej, gdyż stamtąd spływa na nie życiodajna siła światła słonecznego. Znane jest dobrze rolnikom zjawisko wylegania pszenicy i innych zbóż. Zasiane i rosnące zbyt gęsto rośliny za mało mają światła, dążą więc ku górze, ku słońcu, jako źródłu niezbędnego do życia światła (rys. 19). Skutkiem tego łodyga zbyt wybujała staje się wątła i nie mogąc utrzymać ciężaru wykształcającego się w kłosach ziarna ugina się i opada na ziemię. Przenawożenie azotowe, prowadząc do bujania roślin, również powoduje wyciąganie się dolnych międzywęzli wskutek zacieniania ich masą rozwijających się bujnie liści i wyleganie.

Każdy z nas zapewne widział, jak długie, cienkie i chorobliwie blade kielki rozwija ziemniak wyrastający w ciemnej piwnicy i jak kielki te natychmiast wyginają się ku szparze, przez którą choćby

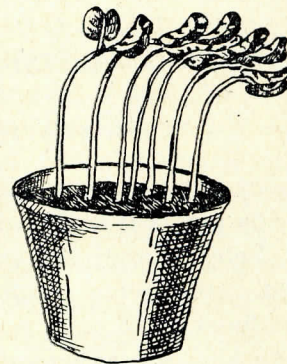


Rys. 19. Dwie roślinki gorczyki: a — wykiełkowała w ciemności i dlatego się wyciągnęła, b — wykiełkowała w świetle dziennym

chwilami przekrada się promień słoneczny. Przyjrzyjmy się wreszcie tym roślinom, które dla swej przyjemności hodujemy w doniczkach na oknie. Daremne są nasze wysiłki, aby przez podpieranie i wiązanie zmusić je do rośnięcia prosto — zawsze zwracają się one i wychylają ku szybom okna (rys. 20).

Rośliny łowią promienie słoneczne, zatrzymują ich energię w zielonych liściach i zmuszają je, aby pracowały na korzyść rośliny, by wytworzyć w niej skrobię i cukier, olej i białko, drewno i włókno. Korzyść z tej ukrytej mocy słonecznej mają nie tylko rośliny, ale także człowiek i wszystkie zwierzęta, gdy spożywają powstające w roślinie tworzywa organiczne, bez których istnieć by nie mogły.

Rolnik uprawiając rośliny gospodarskie stara się jak najbardziej wykorzystać tę niezmiernie ważną zdolność twórczą zielonych liści. Często jednak, gdy patrzymy na postępowanie rolnika dochodzimy do przekonania, że nie wie on albo zapomina o tym, że liście roślin i światło słoneczne to dwaj współpracownicy, bez których najtroskliwsze zabiegi człowieka nie potrafią niczego dokonać. Takie myśli nasuwają się mimo woli, gdy widzimy zagęszczone, nigdy nie przerzedzane sady, drzewka owocowe wśród lata ogołoczone z liści przez owady, zagony buraków i ziemniaków, których liście przed czasem zostały zużytkowane dla krów i trzody chlewnej. Nie trudno zrozumieć, że takim postępowaniem rolnik wyrządza sobie niepowetowaną stratę w plonach.



Rys. 20. Roślinki wyhodowane na oknie zwracają się ku światłu

CIEPŁO W ŻYCIU ROŚLINY

Procesy życiowe źródłem ciepła

Prócz światła słonecznego, roślina, jak każda inna istota żywa, aby mogła istnieć, potrzebuje innej jeszcze siły — siły ciepła. Żeby łatwiej zrozumieć jakie znaczenie dla rośliny ma ciepło, zastanówmy się przede wszystkim, czym jest ciepło dla życia ludzkiego.

Gdy kawałek rozgrzanego do czerwoności żelaza pozostawimy w zimnym miejscu, to ono wkrótce wystygnie, zrobi się równie zimne, jak otaczające je powietrze. Człowiek, chociaż ma na sobie odzież, która chroni jego ciało od ostygnięcia, musi jednak nieustannie tracić część swojego ciepła, podobnie jak ów kawałek rozgrzanego żelaza, o ile powietrze, które otacza zewsząd człowieka, jest zimniejsze od niego. Pomimo to, ciepłota wewnątrz ciała, póki człowiek żyje i jest zdrow, wciąż pozostaje jednakowa, nawet na bardzo silnym mrozie. Można się o tym przekonać za pomocą ciepłomierza (termometru) umieszczonego pod pachą: wskazuje on ciągle około 37°. Widocznie na miejsce ciepła uchodzącego z ciała przybywa tu nowe ciepło — nie tak jak w kawałku rozgrzanego żelaza, który pozostawiony sam sobie rychło wystyga.

Gdy napełnimy piec drzewem i drzewo to zapalimy, piec się rozgrzewa i czas jakiś pozostaje ciepły. Dokładając paliwa, możemy utrzymać ciepło w piecu przez czas dłuższy, chociaż piec ciągle je traci, bo ciepło z niego wydzielane przechodzi na te

wszystkie przedmioty, które się dokoła pieca znajdują. W ciele ludzkim odbywa się to samo co i w piecu. Krew krążąca w nas dostarcza do wszystkich części ciała tego co stanowi dla niego jakby paliwo. A tym paliwem jest dla nas skrobia, cukier, tłuszcz, białko, otrzymywane w codziennym pożywieniu. Krew dostarcza i tlenu pobieranego z powietrza przy oddychaniu. Tlen jest niezbędnie potrzebny: bez niego ani drzewo w piecu palić się nie może, ani składniki pokarmowe nie dadzą w organizmie ludzkim ciepła. Są one dla nas, jak powiedzieliśmy, paliwem, gdyż spożyte jako pokarm, spalają się w nas. To palenie w naszym organizmie nie odbywa się tak gwałtownie jak w piecu, jednak wciąż powstaje nowe ciepło, które zastępuje całkowicie ubytek ciepła uchodzącego z ciała. Drzewo, węgiel i każde w ogóle paliwo paląc się w piecu znika jakby, a właściwie zamienia się na popiół i niewidzialne gazy — dwutlenek węgla i parę wodną. Z pieca gazy te wychodzą przez komin, a z naszego ciała przez płuca, wraz z wydychanym powietrzem oraz przez całą skórę. Mysz zamknięta pod kloszem, dlatego właśnie długo żyć nie może, że brakuje jej tam tlenu potrzebnego do oddychania. Tak samo i świeca płonąca pod kloszem po zużyciu tlenu gaśnie.

Ciepło, które powstaje w maszynie parowej z płonącego drzewa, węgla lub torfu zamienia wodę na parę wodną, a para ta zamknięta w kotle parowym ma w sobie ogromną siłę. Parowóz poruszany siłą pary może wykonać znaczną pracę. Ten sam parowóz, gdy nie jest ogrzany, nie ma żadnej siły i trzeba by użyć wielkiego wysiłku, żeby go z miejsca ruszyć. To samo jest z człowiekiem. Dopóty tylko porusza się, pracuje, póki ciało jego jest ogrzane. Gdy utraci ciepło, zastygnie i zamieni się w martwą, bezwładną bryłę. A więc ciepło nie tylko ogrzewa ciało, ale podtrzymuje w nas życie i daje nam siły do pracy.

To co mówiliśmy o człowieku, odnosi się też do zwierząt; to samo można powiedzieć i o roślinach. Gdy tylko młodociana roślina w kielkującym nasieniu obudzi się do życia, od tej chwili, przez cały czas swojego istnienia, zarówno w dzień jak i w no-

cy nie przestaje oddychać, to jest nieustannie pobiera z powietrza tlen, a wydziela dwutlenek węgla. W ciele rośliny jak w ciele zwierzęcia i człowieka odbywa się spalanie tworzywa organicznego i w wyniku tego powstaje niezbędne do życia ciepło.

Oddychanie rośliny źródłem ciepła wewnętrznego

Weźmy 100 ziarn grochu lub jakiegokolwiek innej rośliny i po dokładnym zważeniu pozostawmy je w ciepłym miejscu, ciągle dostarczając wilgoci. Wkrótce wykiełkują z nich młode roślinki. Wysuszmy je i zważmy, a przekonamy się, że roślinki te po wyjściu z nasienia ważą mniej, niż ważyły wzięte do kiełkowania nasiona. Jak to sobie wytłumaczyć? Widocznie tylko część nagromadzonego w nasieniu tworzywa (skrobi i innych składników pokarmowych) zużyta została na wzrost, czyli budowę młodej roślinki, druga zaś część jakby zginęła przy kiełkowaniu. Nie zginęła jednak. Świeca umieszczona pod kloszem, w którym kiełkowały nasiona, natychmiast gaśnie, mysz zaś również rychło ginie. Z tego widzimy, że podczas kiełkowania nasion był zużywany przez nie tlen z powietrza. W tym tlenie część tworzywa organicznego, nagromadzonego w nasieniu spaliła się, zamieniając się na gazy — dwutlenek węgla i parę wodną. Oto przyczyna, dlaczego nasiona mniej ważą po skiełkowaniu. Także i świecy, gdy się pali, ubywa nieustannie.

Nasiona więc przy kiełkowaniu muszą oddychać. Wiadomo, że w głębszej warstwie roli spoczywa mnóstwo nasion chwastów. Wyspały się one z dojrzewających na polu roślin i przy uprawie roli dostały się głębiej. Mają tam dosyć ciepła i wilgoci, brak im tylko powietrza do oddychania i dlatego nie mogą skiełkować, czekają, nie tracąc siły kiełkowania nieraz lata całe, aż rolnik przez uprawę wydobędzie je na wierzch. Z tej samej przyczyny nasiona roślin uprawnych zasiane zbyt głęboko, często wcale nie wschodzą. W twardej, zbitej ziemi za mało jest powietrza, toteż rolnik przed siewem spulchnia ją orząc lub

przekopując. Jeśli jednak wkrótce po zasiewie spadnie deszcz ulewny, a następnie na wyschniętej roli utworzy się skorupa, to rośliny nie będą mogły powschodzić — poduszają się z braku powietrza, jak udusiłoby się w takich warunkach każde zwierzę.

Roślina zupełnie rozwinięta nie przestaje oddychać ani na chwilę przez całe życie. Wszystkie części rośliny nie wyłączając tkwiących w ziemi korzeni pobierają z powietrza tlen; najsilniej jednak oddychają młode rosnące łodygi, rozwijające się pączki, liście, kwiaty i owoce. Jeśli przetrzymamy rośliny przez noc pod szklanym kloszem, zużyją one wszystek znajdujący się tam tlen, zupełnie tak jak płonąca świeca, jak mysz lub kiełkujące nasiona. Ale to tylko w nocy. W dzień zabraknie roślinie pod kloszem nie tlenu, lecz dwutlenku węgla. Przy świetle słonecznym bowiem, jak już o tym mówiliśmy, przerabia ona dwutlenek węgla, pobrany z powietrza na skrobię, wydzielając przy tym o wiele więcej tlenu, niż go zużyje przy oddychaniu. Toteż hodowane w domu rośliny podczas dnia wzbogacają powietrze w tlen i przyczyniają się w ten sposób do jego odświeżenia. Wprost przeciwnie dzieje się w nocy. Jeśli w izbie jest dużo roślin, powietrze podczas nocy zawiera więcej wydychanego przez nie dwutlenku węgla, co nie jest zdrowe dla człowieka.

Te części roślin, które rosną nad ziemią i otoczone są zewsząd powietrzem, nie odczuwają zazwyczaj braku tlenu. Jednak czasami to się zdarza, np. wtedy, gdy niezamarznięta ziemia z żyjącymi w niej roślinami pokryje się na czas dłuższy grubą warstwą śniegu. Zboża ozime odcięte od powietrza nie mają wtedy czym oddychać i giną masowo wskutek uduszenia, co nazywamy zwykle wyprzieniem. Znacznie częściej jednak może zabraknąć powietrza kiełkującym w roli nasionom, korzeniom roślin uprawnych i wielomilionowej rzeszy bakterii żyjących w roli i pracujących na korzyść rolnika. Do roli zbitej lub na powierzchni pokrytej skorupą powietrze nie ma dostatecznego dostępu. Toteż staranna uprawa roli przed zasiewem oraz jak najczęstsze i jak najdokładniejsze spulchnianie ziemi wokoło

roślin uprawnych podczas ich wzrostu, a nawet niszczenie skorupy po zasiewie przed wzejściem roślin, wszystko to znakomicie ułatwia korzeniom oddychanie, umożliwia wschody i pobudza rozwój bakterii w roli. Rośliny rosnące w zbyt mokrym gruncie nie czują się dobrze, marnieją, a często całkiem giną. Woda bowiem w takim gruncie wypełnia wolne miejsca między cząsteczkami gleby, a powietrze nie ma dostępu do korzeni, które nie mają czym oddychać. Toteż słusznie ziemie zbyt mokre nazywamy wadliwymi, i wyniki pracy rolnika na takich ziemiach bez uprzedniej melioracji są bardzo niepewne.

Ani melioracja jednak, ani nawodnienie nie może zapewnić jednoczesnego dostępu wody i powietrza do korzeni roślin. Bez troski o strukturę roli rolnik stale będzie zależny od przebiegu pogody. Roślinom zawsze będzie brak albo wody, albo powietrza w glebie. Gdy struktura ta nie będzie trwała, to uprawa międzyrzędowa nie będzie mogła jej podtrzymać. Dlatego też podstawą rolnictwa musi być nadanie i podtrzymanie trwałej struktury roli, co jest możliwe tylko przy zastosowaniu systemu trawopolnego.

Mówiliśmy już o tym, że nasiona kiełkujące tracą na wadze skutkiem oddychania powstających z nasion młodych roślinek. To samo się dzieje z zupełnie rozwiniętą rośliną; przez oddychanie jej również nie przybywa, ale przeciwnie, traci ona przy tym część swojej masy. Może się komuś wydawać, że zła to gospodarka, która nie potrafi zapobiec stratom. Sąd taki o przemianie materii w roślinie byłby jednak niesłuszny. Ciągły rozwój roślin doprowadził do bardzo oszczędnej gospodarki w ich organizmie. Spalanie cukru, skrobi i innych zasobów wytworzonych w organizmie rośliny podczas dnia jest źródłem energii koniecznej do wzrostu korzenia i łodygi, do rozwinięcia pączków liściowych i kwiatowych, do wydania owoców i nasion. Jest to więc strata konieczna i użyteczna dla organizmu. Taką samą stratę przy oddychaniu ponosi również człowiek i każde zwierzę.

Słońce źródłem ciepła niezbędnego dla rośliny

Przy spalaniu drzewa w piecu powstaje ciepło ogrzewające piec. Ciało nasze wskutek ciągłego oddychania jest zawsze, póki człowiek żyje, jednakowo ogrzane. Dlaczego to pomyśli niejeden — rośliny są zwykle równie chłodne jak otaczające je powietrze, a nie ogrzane jak człowiek lub zwierzę. Różne są tego przyczyny.



Rys. 21. Krzak ziemniaka z bulwami

Człowiek, zwierzęta ssące i ptaki wiodą życie bardzo ruchliwe, pracują usilnie mięśniami. Do ruchliwej pracy potrzeba znacznie większej siły, toteż stworzenia te oddychają mocno i wytwarzają dużo ciepła. Rośliny całe swoje życie spędzają przy-

twierdzone do jednego miejsca, prawie nie wykonują samodzielnych ruchów, toteż mniej potrzebują mocy do życia i oddychają słabo.

Ciepło wytworzone przez oddychanie uchodzi z ciała na zewnątrz. Człowiek odziany odpowiednio do pory roku, zwierzęta okryte sierścią i ptaki okryte pierzem najlepiej są zabezpieczone od zbytnej utraty ciepła. Mniej są przystosowane do zachowania ciepła wewnętrzne zwierzęta, zwane zimnokrwistymi (gady, ryby i inne). Najsilniej traci ciepło roślina. Cienkie, blaszkowate liście są wprawdzie pożyteczne dla rośliny, gdyż pada na nie dużo światła słonecznego, ale za to narażają roślinę na znaczną utratę ciepła. Jeżeli ogrzać jednakowo kawałek żelaza ważący 1 kg i tej samej wagi blachę żelazną, a następnie pozostawić je obok siebie na powietrzu, to blacha ostygnie znacznie prędzej, bo ma większą powierzchnię. Toteż i rośliny, których liście w stosunku do swej grubości mają bardzo dużą powierzchnię oziębiają się rychlej niż inne istoty żyjące. Rośliny prócz tego tracą wiele ciepła wskutek wyparowywania wody przez liście. Jeśli po wyjściu z kąpieli stoimy nie wycierając mokrej skóry i nie ubierając się, robi się nam zimno. Parująca ze skóry woda zabiera z naszego ciała sporo ciepła. Rośliny, jak zobaczymy później, muszą wyparowywać bardzo dużo wody, a parująca woda odbiera im znaczną część ciepła wytworzonego przy oddychaniu. Rośliny tak przystosowały się do tej straty ciepła przez parowanie, że nie mogą się bez niej obyć. Np. gdy w szklarni lub w inspekcie powietrze jest tak wilgotne, że liście rośliny nie mogą parować, to liście zaparzą się. Ciągła strata ciepła przez parowanie i przystosowanie się do temperatury otoczenia jest więc dla roślin koniecznością. Można jednak czasami zauważyć, że rośliny są bardziej ogrzane niż otaczające je powietrze. Oto np. w niektórych kwiatach dyni termometr wskazuje o kilka stopni ciepła więcej niż w powietrzu. Dość rzadko występująca u nas roślina — aronek czyli obrazki plamiste, ma bardzo drobne kwiaty zebrane w kolby i okryte dużym liściem. Jeśli podczas kwitnienia do środka

pochwy okrywającej kwiaty obrazków plamistych włożyć rękę, to można wyczuć podwyższoną temperaturę.

Zwykle jednak roślina nie gromadzi w sobie dużo ciepła własnego, powstającego przez oddychanie, ale korzysta z ciepła słonecznego. Ciepło słoneczne ma skutkiem tego wielkie znaczenie dla życia roślin.

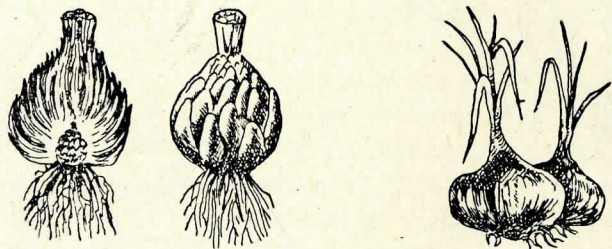


Rys. 22. Krzak perzu z kłaczami: a — pędy nadziemne, b — kłacza

Wiadomo, że różne miejsca na ziemi niejednakowo są ogrzewane przez słońce. Pod równikiem, gdzie w południe promienie słońca padają prostopadle na ziemię, jest ona najsilniej nagrzana, a roślinność bujnie się tam rozwija. Im dalej od równika, a bliżej biegunów, tym promienie słońca padając skośniej słabiej ogrzewają ziemię i skutkiem tego światło roślinny staje się coraz uboższy. Pod biegunem wreszcie ziemia jest stale zamara-

znięta, trwa tam prawie ciągle zima i roślin wcale nie ma. Podobną różnicę w rozmieszczeniu roślin możemy zauważyć, gdy wchodzimy na wysoką górę. U podnóża góry, gdzie jest najcieplej, szata roślinna jest najbogatsza. Im wyżej wstępujemy na górę, im bardziej zbliżamy się do jej wierzchołka, powietrze staje się chłodniejsze, a roślinność uboższa. Wreszcie szczyt góry jest zupełnie pozbawiony roślinności i pokryty wiecznym śniegiem. Zbocza gór od strony południowej otrzymują od słońca więcej ciepła, toteż roślinność sięga tam wyżej niż na zimniejszych zboczach północnych.

Ale nawet na jednym i tym samym miejscu słońce w ciągu roku nie grzeje wciąż jednakowo. Widzimy co roku, jak z na-



Rys. 23. Cebula u lilii i cebuli jadalnej

dejściem cieplejszej pory — wiosny, rośliny budzą się do życia, jak podczas ciepłego lata rozwijają się wspaniale, a ku ziemi, gdy słońce coraz skąpiej udziela ziemi ciepła, stopniowo zamierają lub przechodzą w stan spoczynku.

Dla roślin jednoletnich, których całe życie trwa tylko przez jedno lato, zima nie jest straszna; zamierają one zanim jeszcze nastąpią silniejsze mrozy. Życie jednak większej ilości roślin trwa dłużej. Rośliny trwale wytwarzają w ziemi pędy (ziemniak — bulwy, perz — kłącza, lilie — cebulki) i do tych pędów podziemnych przeprowadzają na zimę zapasy pokarmów i wytwarzają na nich pączki, z których na przyszły rok odbije roślina (rys. 21, 22, 23). Nagromadzone w pędach podziemnych

zapasy pokarmu służą do pokrycia potrzeb pączków i całego pędu na oddychanie i stanowią materiał, z którego roślina będzie wytwarzać na wiosnę nowe pędy. Im słabiej więc oddychają przez zimę te organy rośliny, tym silniejszy będzie wzrost rośliny na wiosnę. Czynniki te trzeba uwzględniać przy przechowywaniu sadzeniaków, wysadków itp.

Przy omawianiu roślin trwałych zwraca uwagę przystosowanie się ich do naszego klimatu. Pączki ich bulw, cebulek czy kłączy nigdy nie kielkują w jesieni, choćby jesień była nawet długa i ciepła, ale zawsze dopiero na wiosnę. Przyczyny tego zbadał uczony radziecki Łysenko. Ustalił on, że w ciągu miesięcy zimowych przechodzą bulwy, kłącza i cebulki proces jarowizacji, tj. pączki ich stają się jare, zdolne do rozwoju na wiosnę. Dzięki jego pracom umiemy dziś jarowizować sztucznie, co ma wielkie znaczenie dla praktyki. Możemy np. przez odpowiednie lekkie pokaleczenie świeżo zebranych bulw ziemniaczanych, ochłodzenie ich lub potraktowanie środkami chemicznymi, pobudzić je do natychmiastowego rozwoju. W ten sposób możemy zebrać w ciągu roku dwa plony wczesnych ziemniaków. Przy tym drugi plon, otrzymany ze świeżych bulw wykopanych w lipcu, zjarowizowanych i zaraz posadzonych jest dla nas szczególnie cenny, dostarcza zdrowych, niewyrodzonych przez przechowywanie w podwyższonej temperaturze sadzeniaków do sadzenia wiosennego.

Możność przyspieszania jarowizacji może nam też oddać duże usługi przy zwalczaniu perzu. Przez pocięcie talerzówką kłączy perzu, możemy je pobudzić do tego, że zamiast na wiosnę, wybiją już w jesieni i zużyją swoje zapasy przygotowane na zimowanie. Gdy je wtedy przyorzemy głęboko, to nie będą mogły wydostać się na powierzchnię, wskutek zużycia zapasów już w jesieni i zależnie od głębokości orki i zlewności gleby cały perz lub duża jego część zginie. Oczywiście musimy przy tym pamiętać, że młody pęd tak długo tylko czerpie zapasy z kłączy, dopóki się nie zazieleni, a gdy tylko stanie się zielony, to natychmiast zaczyna czerpać z powietrza dwutlenek węgla i wzboga-

cać kłące w tworzywa organiczne, co tylko ułatwia mu przezimowanie i odbicie na wiosnę. Mając to na uwadze musimy takie zaperzone pole po stalerzowaniu przyorać natychmiast, gdy tylko pojawią się nad ziemią czerwone wierzchołki perzu, nie czekając aż się zazielenią.

Inaczej niż zielone rośliny trwale przystosowały się do zimy nasze drzewa i krzewy. Tracą one na zimę tylko liście; lodygi zaś, czyli pień i gałęzie, zabezpieczają od mrozu pokrywając je korą. Kora trudno się wprawdzie nagrzewa, ale też i dobrze zachowuje ciepło, dzięki czemu chroni drzewo od przemarznięcia. W tymże pniu gromadzą się na zimę takie zapasy pokarmu, że wystarczy ich do przezimowania, a na następną wiosnę do rozwinięcia liści. Zaczątki tych przyszłorocznych liści roślina ma gotowe już latem, przed opadnięciem starych liści. Te młode listeczki spędzają zimę w pączkach, otulone grubymi łuskami. Na wiosnę, gdy pod działaniem cieplejszych promieni słonecznych ruszą w drzewie soki pożywne, z pączków wyrastają nowe pędy okryte liśćmi, aby rozpocząć pracę na nowo.

Czasem zdarza się, że pączki szczególnie kwiatowe rozwijają się np. na bzie, jabłoni lub gruszy jeszcze przed przezimowaniem. Jest to skutkiem tego, że część liści opadła w ciągu lata wskutek różnych przyczyn jak posucha, podgryzienie korzeni przez nornice, przesadzenie, chrabąszcze itp. Jak widzimy, roślina drzewiasta jest przystosowana do tego, aby rozwijać pączki po opadnięciu starych liści tylko w odpowiedniej temperaturze i dlatego po normalnym ich opadnięciu w jesieni nie rozwija natychmiast liści, co umożliwia jej przetrwanie zimy. Drzewa przystosowane do klimatu surowszego, z nawrotami zimy, jak np. nasze jabłonie czy grusze rozwijają pączki dopiero po ustaleniu się ciepłych dni, podczas gdy np. brzoskwinia, przystosowana do łagodniejszej zimy i cieplejszej wiosny, zaczyna kwitnąć już w pierwszych cieplejszych dniach. Jest to jedną z przyczyn małej zimotrwałości brzoskwini w naszych warunkach.

Roślina tak jest wrażliwa na zmianę ciepłoty otoczenia, że odczuwa nawet to nieznaczne obniżenie ciepłoty, jakie zachodzi w nocy po upalnym dniu letnim. Nie tylko odczuwa, ale chroni się też przed utratą ciepła. Widzimy, jak niektóre rośliny o liściach złożonych z kilku par drobnych listeczków składają je na noc po dwa i zwieszają pionowo ku ziemi, aby jak najmniej stracić ciepła. Bardziej niż liście wrażliwe na chłód nocny są kwiaty. Wiele kwiatów stula się na noc lub pochyla na dół, a wtedy najważniejsze i zarazem najdelikatniejsze części kwiatu — są przykryte i zabezpieczone od nadmiernej straty ciepła.

Z tego co było powiedziane o gospodarce cieplnej rośliny, chyba dostatecznie przekonaliśmy się, jak ważne dla rośliny jest ciepło i światło spływające na nią ze słońca. Ciepło słoneczne jest siłą, bez której roślina nie jest w stanie żyć i rozwijać się. Wprawdzie roślina wytwarza sama ciepło przez oddychanie, jednak ciepła tego nie wystarcza. Podstawowym źródłem życiodajnego ciepła dla rośliny jest promieniowanie słońca.

WODA W ŻYCIU ROŚLINY

Rola wody w żywieniu roślin

Mówiliśmy już o tym, jak wielką rolę w życiu rośliny odgrywa światło słoneczne. Przekonaliśmy się również, że niemniej ważnym czynnikiem w jej życiu jest ciepło, razem ze światłem spływające na ziemię. Światło i ciepło słoneczne są podstawowymi źródłami energii dla organizmu roślinnego.

Na całym niemal obszarze Polski, z wyjątkiem najwyższych szczytów górskich, nie brak zazwyczaj roślinom ciepła i światła przez cały okres ich letniego rozwoju. Pomimo to — wiemy o tym dobrze — nie w każdym roku rozwój roślin odbywa się jednakowo pomyślnie. Nawet jedno i to samo lato rzadko kiedy ma tak pomyślny przebieg, aby rośliny ani na chwilę nie zostały zatrzymane w rozwoju na krótszy lub dłuższy okres czasu. Różne wprawdzie mogą być tego przyczyny; najczęstszą jednak i najpoważniejszą w skutkach bywa brak wody w glebie.

Woda w gospodarce rośliny ma doniosłe znaczenie, a niedostatek jej w pewnym okresie życia, powodując zahamowanie rozwoju rośliny chociażby na krótki czas, nie daje się później w całości powetować.

Źródłem zaopatrzenia roślin w wodę jest gleba, od czasu do czasu zasilana świeżym dopływem wilgoci przez deszcze, śnieg i inne opady atmosferyczne.

Część pobranej wody łącznie z dwutlenkiem węgla, pobranym z powietrza, roślina przerabia na skrobię, cukier i inne po-

karmy organiczne. Woda jest tu więc surowym tworzywem, z którego powstaje materia organiczna. Tylko jednak nieznaczna ilość wody pobranej przez roślinę idzie na ten użytek. Jakże ma zastosowanie pozostała ilość wody w życiu rośliny?

Aby znaleźć trafną odpowiedź na interesujące nas pytanie, zetnijmy z drzewa okrytą liśćmi gałązkę i włóżmy ją do wąskiej szklanki z wodą, a obok tej szklanki postawmy drugą, podobną, z wodą nalaną od tej samej wysokości. Po pewnym czasie z łatwością zauważymy, że wody ubyło wprawdzie w obu szklankach, ale ubytek w pierwszej szklance, w której tkwi gałązka jest znacznie większy. Jak to sobie tłumaczyć? W obu szklankach woda na swej powierzchni paruje, czyli uchodzi w powietrze, zamieniona na niewidzialną dla oka parę wodną. Z każdej rzeczy wilgotnej również paruje woda, dzięki temu schnie rozwieszona mokra bielizna, wysycha błoto na drodze. Podobne parowanie wody odbywa się także w każdej roślinie, która we wszystkich swoich częściach jest przesiąknięta wodą. Szparki na dolnej stronie blaszki liściowej, którymi roślina pobiera z powietrza tlen i dwutlenek węgla, służą też do wydalenia pary wodnej. Toteż w pierwszej szklance paruje nie tylko powierzchnia wody stykająca się z powietrzem, ale też bardzo dużo wody wydzielają liście, ciągnąc ją ze szklanki za pośrednictwem gałązki, na której są osadzone. To co stwierdziliśmy w doświadczeniu z gałązką, odbywa się nieustannie w każdej rosnącej roślinie. Pracuje ona niby pompa korzeniami ssąca wodę z ziemi i wydzielająca liśćmi parę wodną. Dopóki trwa życie rośliny, pobrana z ziemi woda podnosi się rurkami przechodzącymi przez korzeń i łodygę do liści, aby tam przez wyparowanie ustąpić miejsca i podciągnąć nowe fale wody napływające z korzeni. Ten nieustanny obieg wody w roślinie przypomina pozornie obieg krwi. Zachodzi tu jednak głęboka różnica. Obieg krwi jest zamknięty, podczas gdy ruch wody w roślinie jest otwarty. Woda która raz przepłynie przez organizm rośliny zostaje natychmiast wydalona. Ilość wody przepływającej przez roślinę jest bardzo wielka i z tego zazwyczaj

nie zdajemy sobie dostatecznie sprawy. Obliczono np. że jedna zupełnie rozwinięta roślina słonecznika wyparowuje w ciągu doby litr wody, duże drzewo w tym samym czasie przepompowuje z ziemi do powietrza kilkadziesiąt litrów wody.

Dlaczego organizm rośliny przystosował się do wykonywania tej olbrzymiej pracy? Jaka przyczyna pobudziła tak silny rozwój urządzeń ułatwiających parowanie?

Ta wielka ilość pobranej wody wchodzi przez korzenie do rośliny razem z pokarmami mineralnymi, które są w wodzie rozpuszczone. A trzeba wiedzieć, że woda w glebie jest roztworem niezmiernie rozcieńczonym, czyli zawiera w sobie bardzo niewiele soli mineralnych. Inaczej też być nie powinno, przekonano się bowiem, że roztwór zbyt zgęszczony, gdyby się nawet zdarzył kiedy w glebie, nie posłużyłby roślinie na zdrowie i zamiast ją zasilić, zaszkodziłby jej niechybnie. Widzimy to niekiedy na polu, zasilanym nawozami sztucznymi. W miejscach, gdzie przez nieuwagę rozsypano nawóz w większej niż potrzeba ilości, powstaje w roli zbyt zgęszczony roztwór pokarmowy i rośliny nie czują się tam dobrze, a nawet giną wkrótce po wzejściu. Jest to skutkiem tego, że rośliny nasze przez wiele pokoleń przystosowały się do takiego słabego roztworu soli mineralnych, jaki jest w naszych glebach, płukanych obfitymi opadami i dlatego nie mogą znieść roztworu silniejszego.

W okolicach pustynnych, gdzie opadów jest bardzo mało, na skutek czego w glebie zbiera się dużo soli, rośliny przystosowały się do silnych roztworów soli w wodzie glebowej. Wytworzyły się tam specjalne gatunki roślin, zwane słonoroślami, które żyją w warunkach uniemożliwiających życie naszych roślin, a nie mogłyby żyć u nas, bo brakłoby im soli w glebie. Wszędzie więc roślina przystosowuje się stopniowo, przez wiele pokoleń do warunków, w których żyje i takich warunków wymaga, bez nich nie może się obejść. Wymagania rośliny są więc skutkiem jej przystosowania się do warunków swojej ojczyzny. Dlatego powinniśmy wiedzieć, z jakich krajów pocho-

dzą nasze rośliny uprawne i jakie tam warunki panują, aby stworzyć roślinom warunki najpomyślniejsze do ich rozwoju.

Skoro tedy roślina może korzystać z pokarmu mineralnego tylko w stanie bardzo rozcieńczonym i taki tylko pokarm znajduje w ziemi dookoła korzeni, zrozumiałą jest rzeczą, że musi ona wchłaniać dużą ilość tego roztworu wodnego, aby zaspokoić swoje potrzeby i zdobyć niezbędny do życia surowiec w ziemi. Gdyby pobrana woda nie parowała przez liście, roślina wkrótce przepelniałaby się wodą i nie byłaby w stanie przyjąć jej więcej. Ustałby zatem dopływ cząstek mineralnych z ziemi i z braku pożywienia roślina musiałaby zginąć. Gdy roślina liśćmi obficie wyparowuje wodę, wtedy na miejsce ubywającej dopływa świeża woda z ziemi, a w niej coraz nowe cząsteczki pokarmowe. Przy parowaniu, z liści ulatnia się czysta woda, to zaś co było w niej rozpuszczone, czyli cząsteczki ziemne, pozostaje wewnątrz rośliny do jej użytku. Woda zatem jest tu tylko pośrednikiem dostarczającym roślinie składników pokarmowych. Dostarczanie to musi być ciągłe. Nadmiar wody w jednym okresie nie może zastąpić braku jej w innym okresie rozwoju rośliny, a przeciwnie, jest dla roślin szkodliwy. Gleba, mimo tego, że zaopatrywana jest w wodę przez opady atmosferyczne bardzo nierównomiernie, musi zaopatrywać rośliny jak najbardziej równomiernie w ciągu całego okresu ich rozwoju. Jest to możliwe tylko wtedy, gdy woda magazynuje się gdzieś, i stopniowo, bardzo powoli i równomiernie spływa na pola, a dopływ jej nie przerywa się w okresie suszy.

Takimi zbiornikami, z których woda może spływać na pola, są lasy. Zawsze możemy zauważyć jak równomierny jest stan wody w potokach, stawach i bagnach leśnych w przeciwieństwie do potoków, stawów i bagien na polach lub łąkach, które wiosną rozlewają się szeroko, a w lecie wysychają nieraz całkowicie. Ta różnica wynika z tego, że ściółka leśna zatrzymuje ogromne ilości wody, która się z niej stopniowo i powoli śaczy jak z olbrzymiej gąbki.

Dlatego system trawopolny, stworzony przez wielkiego uczonego radzieckiego Williamsa, zaleca zalesienie wszystkich grzbietów większych wzniesień, aby zapewnić równomierne, niezależne od przebiegu pogody zaopatrzenie pól uprawnych w wodę. Jest to warunkiem koniecznym dla osiągnięcia urodzajów wysokich i pewnych, niezależnych od posuchy czy okresowego nadmiaru wody.

Gospodarka wodna rośliny

Mówiliśmy o tym, jak dużo wody roślina przepompowuje nieustannie z ziemi do powietrza i przekonaaliśmy się, że praca ta bynajmniej nie jest zbyteczna. Przeciwnie, śmiało można powiedzieć, że im sprawniej działa ta pompa, tym lepiej dzieje się roślinie, gdyż ma ona zapewniony obfity dopływ pożywienia z ziemi. Nic też dziwnego, że w pogoni za wodą korzenie rośliny rozwijają się w głąb i wszere. Korzenie kierują się zawsze tam, gdzie jest więcej wilgoci. Z drugiej strony wytworzyły się w roślinie przystosowania zabezpieczające ją przed stratą wody.

W skwarne, letnie południe, gdy powietrze jest suche i mocno ogrzane, parowanie wody przez liście jest niezmiernie silne. Łatwo wtedy może nastąpić stan taki, że roślina więcej traci wody niż może jej otrzymać przez korzenie. Zachwianie równowagi między przychodem a rozchodem wody pobudza w roślinie czynności obronne. Szparki liści, przez które głównie odbywa się wyparowanie wody zostają zwężone, a nawet całkiem zamknięte. Gdy upał minie i parowanie osłabnie, szczególnie zaś w pochmurne, dżdżyste dni, szparki liściowe ponownie jak najszerszej się rozwierają, aby parowanie mogło się znowu odbywać bez przeszkody.

Rośliny rosnące na suchych, piaszczystych gruntach, pod wpływem stale grożącego braku wody lepiej przystosowały się do walki z suszą. Kształt ich wskazuje na przystosowanie do warunków ciągłego niedosytu wilgoci. Jedne z nich np. trawy,

aby zmniejszyć parowanie mają liście bardzo wąskie, a w dodatku w porze południowej, gdy utrata wody jest najsilniejsza skręcają liście w rurki lub składają wzdłuż, co ukrywa część blaszki liściowej wraz ze znajdującymi się tam szparkami. Liść w tej postaci nie korzysta wprawdzie należycie ze światła słonecznego, i przyswajanie przezeń dwutlenku węgla spada prawie zupełnie, ale chroni przez to roślinę od zwiędnięcia. W stanowiskach suchych ma to większe znaczenie niż ciągłe pobieranie dwutlenku węgla, dlatego też rozwój roślin w tych stanowiskach przeobraził je właśnie w ten sposób. Inne rośliny, np. rozchodnik, wytwarzają grube mięsiste liście i tam gromadzą zapas wody, z którego później korzystają, gdy w roli jest mało wilgoci. Najczęściej jednak rośliny rosnące na suchych słonecznych miejscach mają liście okryte grubą skórką, nalotem woskowym lub gęstymi włoskami, co zmniejsza wyparowanie z nich wody.

Tych kilka przykładów z dziedziny gospodarki wodnej rośliny wystarczy, aby nabrać przeświadczenia o tym, jak ważnym czynnikiem w jej życiu jest woda. I o tym rolnik musi zawsze pamiętać. Jeśli chodzi o zapewnienie roślinie potrzebnej do życia wody, to nie stosujemy dotąd na większą skalę sztucznego deszczowania czy innych sposobów nawadniania. Na razie ogranicza się ono przeważnie tylko do ogrodnictwa i gdzie teren na to pozwala — do łąkarstwa. Aby wytworzyć 1 q ziarna lub słomy, rośliny zbożowe pobierają około 400 q wody z ziemi w okresie całego swego rozwoju. Aby zasiew zboża na 1 ha mógł dać plon 20 q ziarna i 40 q słomy, potrzeba na to 24.000 q wody co odpowiada warstwie wody o grubości 240 mm na całej przestrzeni pola. Jak wykazują spostrzeżenia meteorologiczne, roczna ilość opadów w naszym kraju może utworzyć warstwę wody dwa a nawet trzy razy grubszą. A więc ilość wody opadowej w postaci śniegu, deszczu i innych opadów jest zupełnie wystarczająca. Jednak część tej wody spływa bezużytecznie po powierzchni pola do strumieni i rzek, część wyparowuje z powierzchni pola zanim dostanie się do roli, część wreszcie prze-

nika do zbyt głębokich warstw ziemi, gdzie staje się niedostępna dla korzeni roślin.

Jedynym czynnikiem zapewniającym właściwe stosunki wodne w glebie jest dobra, gruzełkowata struktura gleby. Wszelkie zabiegi mechaniczne stosowane w celu stworzenia dobrej struktury gleby mają działanie krótkotrwałe i muszą być powtarzane co roku. Mimo to, w okresach suszy nie zapewniają dostatecznego zaopatrzenia roli w wodę.

Radykalnym sposobem utrzymania gleby w dobrej strukturze, a tym samym zapewnienia roślinom zapasu wody i stałego dostępu powietrza jest zastosowanie płodozmianu trawopolnego.

Polega on na wprowadzeniu do polowego płodozmianu wieloletnich użytków zielonych. Wieloletnie trawy i rośliny motylkowe rozwijając silnie system korzeniowy, spulchniają glebę i nadają jej najlepszą strukturę. W pulchną rolę wsiąka z łatwością i zatrzymuje się cała ilość wód opadowych. Parowanie wody z powierzchni roli w tych warunkach odbywa się bardzo powoli, a zapas wody w glebie wystarczy roślinom na cały okres wegetacji.

Mineralne żywienie roślin

Poza dwutlenkiem węgla wchłanianym z powietrza przez liście, wszystkie pokarmy pobiera roślina z gleby przez korzenie. Większość roślin pobiera te pokarmy wyłącznie w postaci różnych soli rozpuszczonych w wodzie glebowej. Tylko niektóre mogą pobierać wolny azot za pośrednictwem bakterii (motylkowe) lub pokarmy z nieprzeżniętych resztek roślinnych, nierozpuszczalne w wodzie, za pośrednictwem grzybów (drzewa). Te grzyby i bakterie żyją w korzeniach rośliny. Tak więc wszystkie pokarmy poza dwutlenkiem węgla pobiera roślina przez korzenie. Rozpatrzmy teraz te pokarmy.

Najważniejszy z nich dla rolnika jest azot, bo brak jego najczęściej zaznacza się w praktyce. Brak azotu powstrzymuje wzrost rośliny, roślina żółknie, liście zaczynają opadać. Żywie-

nie rośliny azotem wpływa na rozwój organów wegetatywnych. Dlatego w pokarm azotowy trzeba zaopatrywać najobficiej rośliny uprawiane na liście, a więc kapustne, zielonki (z wyjątkiem motylkowych), tytoń. Nadmiar azotu przedłuża jednak zbytnio rozwój rośliny, sprzyja wyleganiu, hamuje owocowanie i zawiązywanie kłębów. Każdy spotkał się niewątpliwie z takim wypadkiem, że na polu przenawożonym azotem, ziemniaki poszły w nać, a zboże w słomę.

Fosfor wpływa na przemianę materii w roślinie. Odkładanie się skrobi, tworzenie się tłuszczów i białek jest związane z obecnością fosforu w roślinie. Szarawy odcień liści, słabo rozwinięte korzenie, opóźnione dojrzewanie wskazuje na złe zaopatrzenie rośliny w fosfor. Nawozy fosforowe wzmagają rozwój systemu korzeniowego, przyspieszają rozwój rośliny i sprzyjają wykształcaniu się nasienia i owocowaniu.

Potas wpływa na przemianę azotu w roślinie. Gdy brak potasu, w roślinie gromadzi się zatruwający ją amoniak. Brak potasu odbija się szczególnie na rozwoju nasienia. Roślina cierpiąca na brak potasu wytwarza ziarno drobne, o zmniejszonej sile kiełkowania. Żółte plamy na liściach i obumieranie ich z brzegów, zwijanie się liści i przedwczesne opadanie ich, niedojrzewanie nasion wskazują na brak potasu w pokarmie rośliny. Potas nadaje sżywność słomie i dlatego nawożenie potasowe przeciwdziała wyleganiu.

Wapń jest konieczny dla wiązania dwutlenku węgla przez zielony barwik liści rośliny. Jest on też ważny dlatego, że zobojętnia kwasy w glebie i w roślinie. Występowanie na liściach drobnych plamek żółtych, słaby rozwój ogólny i powstrzymanie wzrostu korzeni są oznakami braku wapnia w roślinie. Szczególnie dużo wapnia pobiera kapusta i rośliny motylkowe zarówno strączkowe jak i pastewne.

Poza tymi składnikami mineralnymi, rośliny potrzebują niewielkich ilości boru, siarki, żelaza, manganu, miedzi i sodu. Ostry brak któregoś z tych składników powoduje różne choroby roślin. Dlatego wniesienie tych składników do roli w bardzo

nieznacznych ilościach (parę kg/ha) może nieraz bardzo silnie podnieść plony.

Pobieranie podstawowych składników pokarmu mineralnego, tj. azotu, fosforu i potasu przez rośliny zależy od gatunku i od stanu rozwoju rośliny, bo stosunek ich zmienia się w roślinie w ciągu rozwoju. Ważna jest znajomość wzajemnego stosunku tych podstawowych składników mineralnych w roślinie, bo naruszenie go pociąga za sobą złe wykorzystanie

Stosunek ilościowy najważniejszych składników mineralnych, właściwy dla poszczególnych gatunków roślin na 1 część wagową fosforu:

Roślina	cz. wag. azotu	cz. wag. potasu
Zyto ozime	2	2,5
Pszenvca ozima	2,5	1,5
„ jara	2,25	2,0
Jęczmień	2,5	2,25
Owies	2,25	3,0
Len (na włókno)	1,5	2,0
Groch	3,0	2,0
Koniczyna czerw.	3,5	3,5
Kapusta	3,0	4,5
Cebula	2,3	3,0
Pomidory	6,0	9,0
Ogórki	2,5	3,0
Ziemniaki	2,5	3,5

przez rośliny wniesionych nawozów, a nawet niżkę plonów (np. przenawożenie azotowe przy braku potasu i fosforu może spowodować wyleganie).

Te dane pozwalają nam się zorientować, jak różnorodne wymagania pokarmowe wytworzyły się u różnych gatunków roślin. Z danych tych widzimy, że nawożenie trzeba dostosować do gatunku rośliny. Cyfry te nie są jednak bynajmniej jakimś receptami nawożenia roślin. Np. dane odnoszące się do zużycia

azotu przez groch i koniczynę, świadczą tylko o tym, ile azotu potrafią te rośliny związać przy pomocy bakterii z powietrza, a nawozić ich azotem właśnie dlatego nie potrzeba. Natomiast możemy się z tych cyfr zorientować jakiego zaopatrzenia w fosfor i potas potrzebuje każda z tych roślin, aby związać jak najwięcej azotu, bo jak wiemy, poszczególne składniki pokarmu współdziałają z sobą w roślinie i dlatego przy braku jednego składnika, roślina nie może pobrać innego, nawet gdy go ma w nadmiarze.

Cyfry wskazujące na spożycie poszczególnych pokarmów mineralnych przez rośliny nie mogą być również wskaźnikiem potrzeb nawozowych z tego powodu, że głównym źródłem pokarmu roślin są zasoby gleby, a nawozy sztuczne uzupełniają je tylko.

Dlatego, przy nawożeniu trzeba wziąć pod uwagę naturalne zasoby gleby, zaopatrzenie jej w składniki pokarmowe przez nawozy wniesione w poprzednich latach i przez resztki poźniwne, nieraz — np. po zbiorze wieloletnich motylkowych — bardzo bogate w azot, i dopiero na tej podstawie ustalić ile poszczególnych nawozów trzeba wnieść dla pokrycia wymienionych tu potrzeb roślin.

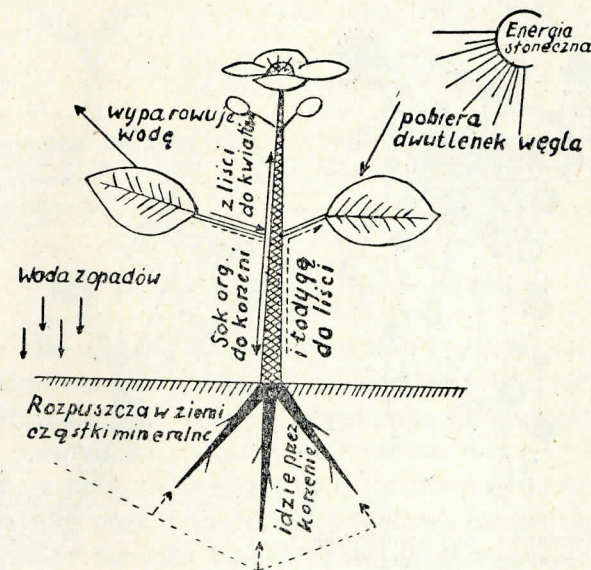
ŻYCIE ROŚLIN CUDZOŻYWNYCH

Rośliny pasożytnicze i roztocze

Nie wszystkie rośliny zdolne są do tworzenia z pomocą energii słonecznej materii organicznej, z której budują swoje ciało. Nie tylko wśród roślin niższych, ale również wśród wyższych, wytwarzających kwiaty i nasiona, spotykamy takie, które nie mogą same wytwarzać składników organicznych, brak im bowiem niezbędnego do tej czynności zielonego barwika w łądydze i liściach. W ciągu długotrwałej walki z innymi gatunkami roślin o byt, o utrzymanie swego gatunku, rośliny te przeobraziły się w ten sposób, że zamiast walczyć z innymi roślinami o dostęp do światła, koniecznego do wytwarzania składników organicznych, przystosowały się do pobierania gotowych składników organicznych, wytworzonych przez inne rośliny. Są to rośliny o bladym, żółtym lub brunatnym zabarwieniu i kształtach zupełnie nieraz odmiennych od kształtów zielonych roślin, a odpowiadających ich przystosowaniu i funkcjom życiowym.

Znany jest dobrze rolnikom uprzykrzony w koniczynie chwast — kianianka, inaczej zwana złotkiem (rys. 25). Przyjrzyjmy się dokładnie tej roślinie, a łatwo przekonamy się, że nie ciągnie ona pokarmu z ziemi, bo nawet nie ma korzeni; brak jej także zielonych liści. Korzenie występują u niej tylko po wykiełkowaniu, a później, po uczepleniu się przez kianiankę łądygi koniczyny, obumierają. Liście jej mają postać łuseczek. Są to

niewątpliwie ślady stopniowego przeobrażenia się kianianki z rośliny samożywej w cudzożywną. Poszczególne odmiany kianianki dostosowały się do różnych żywicieli np. lnu, pokrzywy. Kianianka wpija się drobnymi ssawkami w łądygę żywiciela ciągnąc z niej gotowy pokarm organiczny. Koniczyna żywiąca kianiankę swoimi sokami, marnieje stopniowo i wreszcie ginie. Kianianka, łatwym sposobem dostając od wyzyskiwanej rośliny-

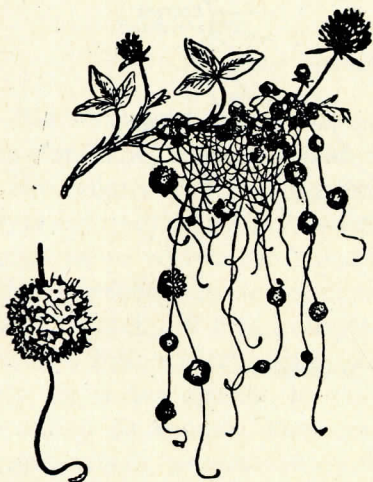


Rys. 24. Odżywianie się rośliny zielonej

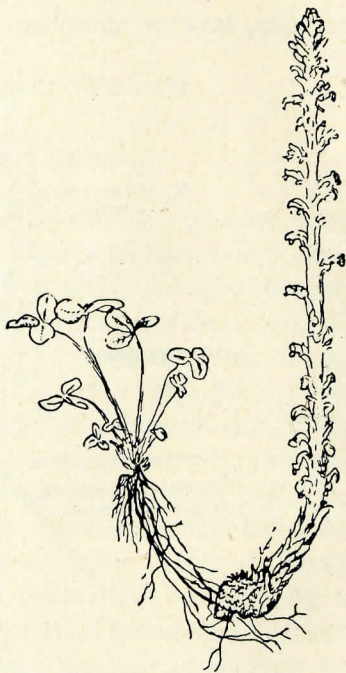
gospodarza obfite pożywienie, zakwita równie obficie i wydaje drobne nasionka, które kiełkują na wiosnę następnego roku.

Na konopiach i niektórych roślinach łąkowych, często można spotkać inną roślinę o podobnym trybie życia, zwaną zarazą (rys. 26). Zaraza, zabarwiona na kolor ciemnożółty, tak jak kianianka nie może żywić się samodzielnie; zapuszcza swoje ssawki do korzeni innej rośliny i stamtąd ciągnie niezbędne do życia soki odżywcze.

Na gałęziach topoli, sosny i wielu innych drzew można czasami zauważyć niewielkie krzaczki, zielone nawet podczas zimy, o białych, kulistych jagodach wielkości grochu (rys. 27). Jest to jemiola. Dzięki zielonym liściom może ona wprawdzie wytwarzać sobie pokarmy organiczne, ale niezbędne do tego tworzywo



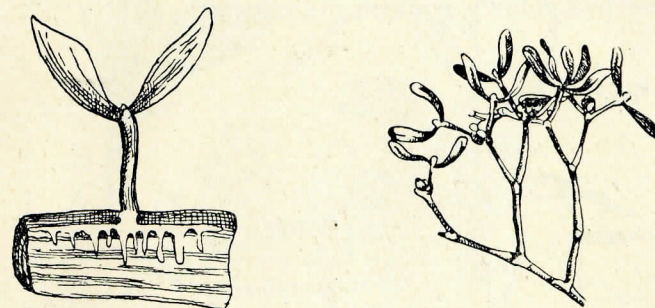
Rys. 25. Kanianka na koniczynie;
obok główka kwiatowa



Rys. 26. Pasożytnicza roślina,
zwana zarazą, czerpie soki z młodej
roślinki.

bierze po części z powietrza (dwutlenek węgla), po części zaś z soków drzewa-gospodarza (wodę i cząstki mineralne), w którego gałęzie zapuszcza swoje ssawki. Jak widzimy jemiola tylko częściowo korzysta z żywiciela. Dlatego też nie nazywamy jemioli pasożytem tylko półpasożytem. Ciekawe jest, dlaczego ta roślina, zdolna do samodzielnego wytwarzania składników

organicznych nie czerpie pokarmów mineralnych z ziemi, ale z gałęzi drzew. W ten sposób przystosowała się jemiola do walki z innymi gatunkami roślin o światło. Na wyniosłych konarach drzew nie grozi jej zacienienie przez inne rośliny, a pokarm mineralny dostarczają jej tam rurki, którymi drzewo

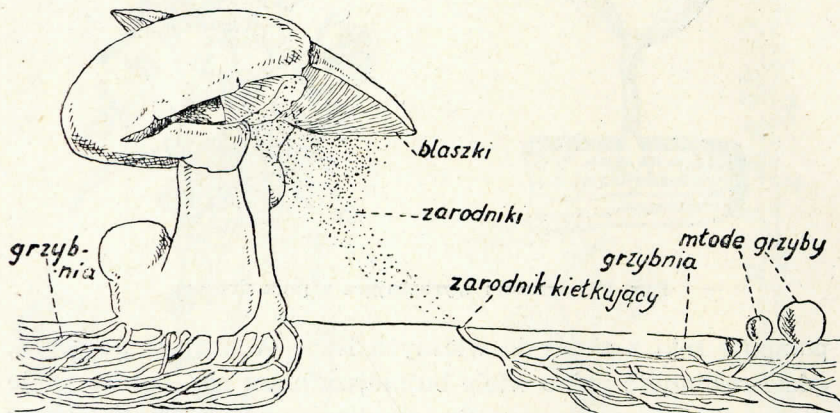


Rys. 27. Jemiola wyrastająca z pnia drzewa

pompuje soki z ziemi do własnych liści. W krajach gorących, gdzie roślinność jest o wiele bujniejsza niż u nas, bardzo wiele roślin przystosowało się do osiedlania na gałęziach drzew w walce o światło.

Zwróćmy teraz uwagę na grzyby jadalne i trujące, które nieraz potracamy nogą w lesie. Są to rośliny niższe, nie posiadające zielonego barwika i przystosowane do żywienia się gotowym pokarmem organicznym (rys. 28). Jak żywią się grzyby? To co widzimy nad ziemią i co zwykliśmy nazywać grzybem nie jest bynajmniej całą rośliną, a tylko jej częścią, która służy do rozmnażania i w tym celu wydaje liczne zarodniki, podobnie jak roślina kwiatowa — nasiona. Najważniejsza część grzyba tkwi w ziemi w postaci splotu białych nici, zwanego grzybnią. Tymi właśnie niemi grzyb pobiera pożywienie z ziemi, a właściwie z próchnicy, która tak obficie odkłada się w lesie na powierzchni ziemi. Pożywienie owe, to nie surowe cząsteczki mineralne, jakie otrzymuje z ziemi zielona roślina; grzyb korzysta

z gotowych substancji organicznych, które czerpie ze szczątków roślin drzewiastych, rozkładając je. Toteż, jak wiadomo, po grzyby musimy iść do lasu. Chcąc zaś hodować grzyby np. pieczarki, tak jak hodujemy inne rośliny uprawne, trzeba stworzyć odpowiednie dla nich warunki, a przede wszystkim wprowadzić do ziemi jak najwięcej próchnicy, z której grzybnia mogłaby czerpać gotowy pokarm organiczny.

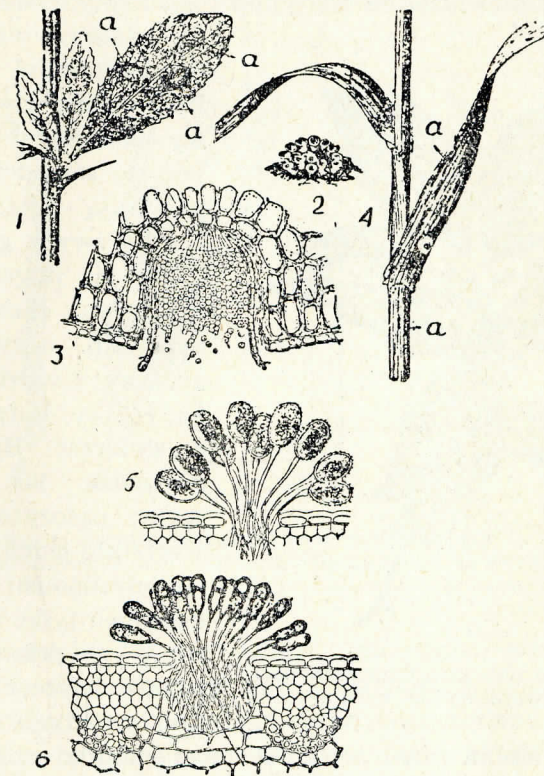


Rys. 28. Grzyb jadalny — pieczarka: po lewej stronie część nadziemna złożona z kapelusza na trzonie, na blaszkach od spodu kapelusza wytwarzają się zarodniki; w ziemi splot nici czyli grzybnia; po prawej stronie z zarodnika rozwija się w ziemi nowy grzyb

Takie rośliny jak kaniańka, zaraza, jemiola, które ciągną soki pokarmowe z ciała żywych roślin lub zwierząt, nazywamy pasożytami. Rośliny zaś żyjące podobnie jak grzyby na rozkładających się szczątkach roślin lub trupach zwierząt i biorące z nich pożywienie znane są pod nazwą roztoczy.

Nie wszystkie grzyby są roztoczami. Niektóre jak np. dość pospolita huba drzewna, należy do pasożytów. Na zielonym tle łodyg, liści, owoców różnych roślin spostrzegamy często mniejsze lub większe plamki różnego kształtu i zabarwienia. Stwierdzamy wtedy, że nasze rośliny uprawne zarówno zboża jak wa-

rzywa, drzewa owocowe i leśne podlegają rdzy, śnieci i najrozmaitszym innym chorobom grzybkowym (rys. 29 i 30). Choroby te są wywołane przez grzybki pasożytnicze, których grzyb-



Rys. 29. Rdza zbożowa. 1 — (a) plamki na liściach berberysu, wytwarzające wiosenne zarodniki, 2 i 3 — powiększone, 4 — (a) plamki na liściach zboża powstałe z wiosennych zarodników i wytwarzające letnie i zimowe zarodniki, 5 — 6 — powiększone

nia przenika do wnętrza ciała żywych roślin i z wielką szkodą dla żywicieli ciągnie z nich soki pokarmowe. Na powierzchni zaś łodyg, liści, owoców, grzybek występuje w postaci plam i wytwarza narządy rozmnażania, a w nich zarodniki, przy których

pomocy opanowuje coraz nowe rośliny. Takie grzybki chorobotwórcze, spotykane na ciele żywych roślin i zwierząt, musimy zaliczyć do pasożytów.

Do ciała ludzi, zwierząt i roślin przenikają nieraz i tam się rozmnażają niewidzialne dla gołego oka istoty żywe, zaliczane



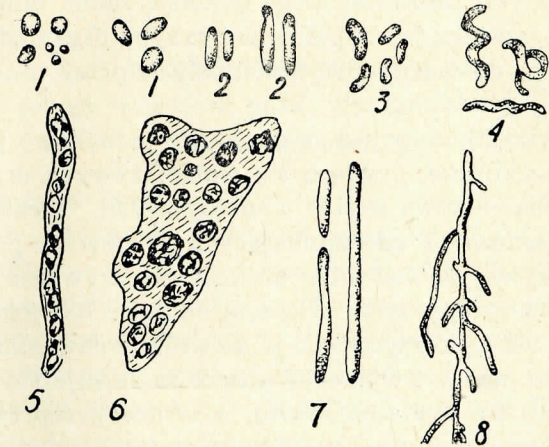
Rys. 30. Choroba grzybkowa na liściu ziemniaka, zwana zarazą ziemniaczaną

do świata roślinnego i zwane bakteriami (rys. 31). Pozbawione zielonej barwy bakterie nie mogą żywić się samodzielnie, lecz pobierają gotowe soki z ciała swych gospodarzy, stając się przyczyną bardzo wielu chorób zakaźnych np. ospy, cholery, gruźlicy u ludzi — wąglika, różycy, kurzej cholery u zwierząt. Bakterie te prowadzą jak widzimy życie pasożytnicze. Nie wszystkie jednak. W świecie drobnoustrojów, widocznych tylko przez szkła

silnie powiększające nie brak i bakterii — roztoczy. Osiedlają się one na szczątkach roślin i trupach zwierząt i stamtąd czerpią pożywienie (bakterie w roli, oborniku, kompoście).

W ten sposób żywią się rośliny cudzożywne. Brak zielonego barwika uniemożliwia im chwytanie energii słonecznej i użytkowanie jej do wytwarzania składników organicznych ciała z surowców ziemi i powietrza. Jedne z nich, roztocze, powodują rozkład tworzywa organicznego w martwych szczątkach roślin, zwierząt i ludzi. Część tego tworzywa zużywają na budowę własnego organizmu, resztę, z której rozkładu czerpią ener-

gię konieczną do procesów życiowych, zwracają ziemi w postaci zupełnie zmienionej, przydatnej na pokarm dla roślin zielonych. Rośliny zielone nie mogą bowiem korzystać z bardziej złożonych związków organicznych, a tylko z prostych pokarmów mineralnych, rozpuszczalnych w wodzie. Widzimy więc, że



Rys. 31. Różne kształty bakterii: 1 — ziarnkowce, 2 — laseczniki, 3 — przecinkowce, 4 — bakterie śrubowate, 5 — paciorkowce, 6 — gronkowce, 7 i 8 — bakterie nitkowate

niepozorne grzyby rosnące w cieniu olbrzymich drzew są równie potrzebne dla rozwoju drzew, jak drzewa dla rozwoju grzybów. Zarówno bowiem zielone rośliny samożywne, jak i niezielone rośliny cudzożywne są dopełniającymi się ogniwami zamkniętego kręgu przemiany materii w żywej przyrodzie. Jedne żywią się produktami działalności życiowej drugich i udostępniają sobie wzajemnie pożywienie. Gdyby któregoś z tych ogniw zabrakło, życie następnego musiałoby ustać z braku pokarmu, bo żaden organizm nie może żywić się produktami własnej działalności życiowej. Energii do tego obiegu materii dostarcza światło słoneczne, którego siłą rośliny zielone pochłaniają i wiążą w postaci energii związków organicznych. Grzyby

i bakterie czerpią następnie z rozkładu związków organicznych nie tylko materiały do budowy swego ciała, ale i energię potrzebną do swoich procesów życiowych, podobnie jak ludzie i zwierzęta. Niektóre z nich potrafią z pomocą tej energii przeprowadzać proces niemniej ważny niż wiązanie dwutlenku węgla przez rośliny zielone, a mianowicie potrafią wiązać wolny azot z powietrza, czego nie mogą dokonać żadne inne organizmy. Widzimy z tego jak zupełnie różne typy organizmów przystosowały się do warunków stwarzanych przez inne rodzaje, stwarzając jeden zamknięty krąg procesów żywej przyrody, w którym wszystkie ogniwa są dla siebie jednakowo potrzebne. Rośliny pasożytnicze, żywiące się ciałem żywych organizmów są też częścią ogniwa roślin cudzożywnych, rozkładających materię organiczną i udostępniających ją nowym pokoleniom roślin samożywnych. Człowiek zwalcza je oczywiście, gdy atakują one rośliny uprawne, zwierzęta domowe lub jego samego, ale uczy się też wykorzystywać je do walki z chwastami i szkodnikami. Tak np. w Związku Radzieckim stosuje się specjalny gatunek rdzy do zwalczania ostu, a u nas przeprowadza się badania nad pasożytniczym grzybkim atakującym stonkę ziemniaczaną. Stosuje się też tyfus mysi i dżumę mysią do zwalczania szczurów i myszy. Stosowanie pasożytniczych grzybków i bakterii do zwalczania chwastów i szkodników jest dlatego możliwe, że przystosowały się one do budowania swojego ciała z takich tylko materiałów, jakich dostarcza ten gatunek roślin czy zwierząt, na którym pasożytują. Mówimy — pasożyty specjalizują się. Dlatego rdza niszcząca oset nie przerzuca się na zboże, grzybek niszczący stonkę nie zaatakuje pszczoły, a tyfus i dżuma mysia nie są niebezpieczne dla człowieka i zwierząt domowych. W ten sposób poznanie praw przyrody, rządzących rozwojem pasożytów, pozwala człowiekowi nie tylko skutecznie je zwalczać, ale stosować je również w walce z chwastami i szkodnikami.

ROZMNAŻANIE ROŚLIN

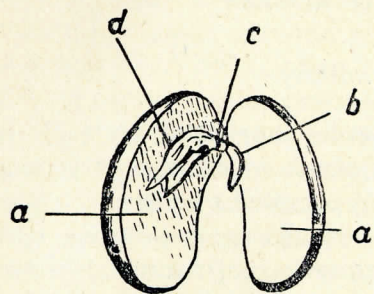
Narodziny rośliny

Roślina żyje. Życie jej, jak i każdej innej istoty żyjącej, np. zwierzęcia i człowieka, nie trwa jednak wiecznie, a przeciwnie jest ograniczone w czasie: ma swój początek i koniec.

Rodzi się roślina z nasienia wydanego przez podobną sobie istotę rodzicielską. Rozwój osobniczy każdej rośliny doprowadza do wytworzenia przez nią potomstwa. Walka o byt jednostki jest częścią walki o byt gatunku. Czynności liści i korzeni są podporządkowane ostatecznemu celowi: utrzymania i przedłużenia gatunku.

Zaczątkiem nowego życia jest nasienie. Mamy oto przed sobą nasienie fasoli, które przez dobę było moczone w wodzie i skutkiem wchłonięcia znacznej ilości wody rozmiękło i zwiększyło się, czyli napęczniało. Tak samo pęcznieje ziarno wprowadzone do wilgotnej, a ogrzanej ziemi. Usuńmy z napęczniałego ziarna fasoli wierzchnią łupinę, co nam teraz przyjdzie dość łatwo, a zobaczymy, że białe jądro, ukryte w łupinie nasiennej, niby w wygodnej pieluszcze składa się z dwóch grubych, mięsistych, przylegających do siebie połówek zwanych liścieniami. Jeżeli teraz ostrożnie odchyłać będziemy jeden liścień od drugiego, to zauważymy, że w jednym miejscu, tam właśnie, gdzie w ziarnie fasoli jest wyraźne wklęsnięcie, liścienie są ze sobą lekko połączone. Przyjrzyjmy się temu miejscu, a spostrzeżemy, że kryje się tu coś w rodzaju niezmiernie małej roślinki (rys. 32).

Ta roślina — niemowlę składa, się już tu w nasieniu z trzech wyraźnych części: korzonka, wyrastającego spomiędzy liścieni na zewnątrz, bardzo króciutkiej łodyżki w postaci pączuszka i dwóch osadzonych na niej drobniutkich, białych listeczków. To co znaleźliśmy ukryte w łupinie nasienia fasoli jest najistotniejszą jego częścią — zarodkiem. Tutaj właśnie w zarodku nasienia tkwi zadatek życia przyszłej rośliny, przekazany

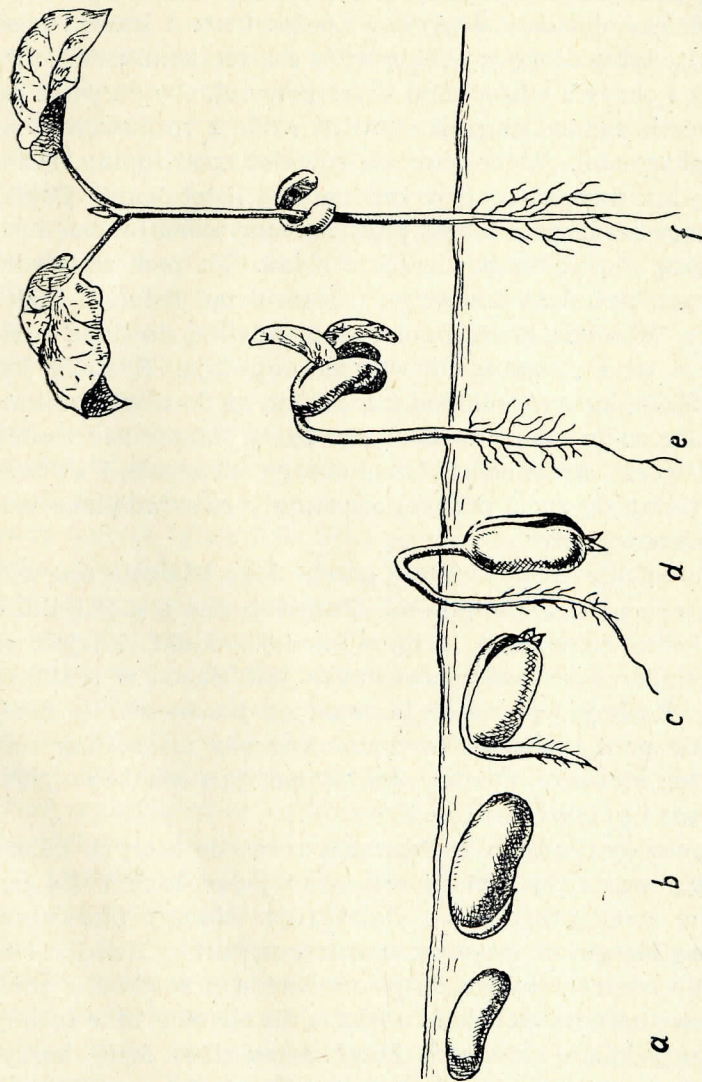


Rys. 32. Nasienie fasoli po usunięciu skórki: a — dwa liścienie, b — korzonek, c — łodyżka, d — dwa listeczki

nasieniu przez roślinę rodzicielską. Dojrzałe nasienie dzięki różnym okolicznościom dostaje się do ziemi. Gdy ziemia jest dostatecznie wilgotna i ogrzana, a powietrze ma łatwy dostęp do nasienia, ukryty w nasieniu zarodek budzi się do czynnego życia i nasienie kiełkuje. Zarodek jest jednak na razie zbyt słaby, aby mógł rozpocząć samodzielne życie. Młodocianej roślince ukrytej w nasieniu

brak jeszcze rozwiniętych korzeni, gotowych do ssania z ziemi wody z rozpuszczonymi w niej cząstkami pokarmów mineralnych. Brak jej też zielonych liści, bez których nie może pobierać z powietrza dwutlenku węgla i przy pomocy światła słonecznego wytwarzać skrobi, cukru i innych niezbędnych do życia substancyj. Jak przystosowała się roślina od przejścia tego początkowego okresu rozwoju?

W grubych, mięsistych liścieniach, tulących między sobą zaczątek przyszłej rośliny, jest nagromadzony, niby w dobrze zaopatrzonej spizarni, dostateczny zapas gotowego pokarmu w postaci skrobi, tłuszczu i białka. Pod wpływem ciepła i napływającej z ziemi wilgoci oraz powstającego w kiełku soku trawiącego, pokarm ów staje się płynny, a przez to dostępny dla obudzonego do życia zarodka.



Rys. 33. Kiełkowanie fasoli: a — nasienie dopiero co włożone do ziemi, b — nasienie napęczniałe, c — spod pękniętej skórki wydostaje się korzonek, d — z ziemi wychodzi łodyżka, e — łodyżka wyciąga z ziemi zielone liście fasoli, poniżej liścienie, f —

Pod naporem pęczniejących od wody liścieni łupina nasienia pęka i stopniowo rozpada się na kawałki. Spośród tych zbędnych już powijkaków wydostaje się korzonek zarodka, szybko rosnący dzięki obfitemu dopływowi pożywienia z liścieni (rys. 33). Torując sobie drogę w głąb, między cząsteczkami ziemi, rozgałęzia się i okrywa włóśnikami korzeniowymi, aby przysać się do cząsteczek ziemi i ciągnąć stamtąd wodę z rozpuszczonymi w niej pokarmami. Wydobywa się również spod łupiny nasienia łodyżka z dwoma osadzonymi na niej listeczkami. Dzięki napływającym z liścieni sokom pokarmowym wzmacnia się i rośnie w górę, dążąc ku powierzchni ziemi. Tu pod wpływem życiodajnych promieni słonecznych, białe dotąd listeczki zazielniają się. W miarę kiełkowania, liścienie stają się coraz cieńsze, kurczą się i marszczą, a wreszcie opadają. Spełniły już swoje zadanie: karmiły młodocianą roślinę aż do chwili, w której stała się zdolna do samodzielnego życia. Mając nad ziemią zielone listeczki, może ona chłonać energię słoneczną i wytwarzać potrzebny do życia pokarm organiczny ze składników wody, ziemi i powietrza.

Odmienne niż fasola kiełkuje groch. Jego liścienie nie wydostają się na powierzchnię ziemi. Pozostają one w ziemi, którą przebijają tylko wierzchołek wzrostu młodej roślinki. Znajomość sposobu kiełkowania roślin uprawnych jest ważna w praktyce rolniczej. Rośliny wynoszące liścienie na powierzchnię, przebijają ziemię przy kiełkowaniu z mniejszą siłą niż rośliny rosnące samym kiełkiem, i dlatego też wymagają stosunkowo płytszego siewu i pulchniejszej roli.

Inny znów jest sposób kiełkowania traw, do których należą wszystkie nasze zboża. Mają one tylko jeden liścień. Na powierzchnię ziemi przebijają się kielki traw otulony pierwszym liściem, zwiniętym w sztywną, zaostrzoną rurkę. Zwiększa to znakomicie zdolność kielka do pokonywania przeszkód, i umożliwia siew zboża na głębokość większą niż siejemy inne rośliny o nasieniu podobnej wielkości. Dzięki temu zboża lepiej korzystają w pierwszym okresie rozwoju z wilgoci glebowej. Korzeń

kiełkujących traw również rozwija się odmiennie od korzeni innych roślin. Korzeń główny wkrótce po wykiełkowaniu obumiera, a na jego miejsce rozwija się wiązka korzeni bocznych. Tak powstaje korzeń wiązkowy, przystosowany do obejmowania swoim zasięgiem jak najszerszej przestrzeni gleby, ale niezdolny do przenikania daleko w głąb.

Rozwój rośliny w dużej mierze zależy od warunków, w jakich upłynął pierwszy okres jej życia. Dlatego też nasienie wykształca się w ten sposób, że zarodek zajmuje tam niewiele miejsca, a większa część nasienia jest wypełniona zapasem gotowego pokarmu zgromadzonego dla zaspokojenia pierwszych potrzeb kiełkującego zarodka. Im większe i cięższe jest ziarno, tym oczywiście lepiej jest zaopatrzone zarodek, tym silniejsza i bardziej zdolna do życia powstanie z niego roślina.

Plon otrzymany ze 100 roślin jęczmienia wyrosłych ze 100 ziarn, jak wykazują doświadczenia, nie zawsze jest jednakowy i zależy od tego, jakiej wielkości były ziarna. Przy największych ziarnach plon ten wyniósł 1200 g, przy średnich 1000, a przy małych tylko 700. Stąd płynie dla rolnika ważna wskazówka. Sprzedając, jak to się jeszcze nieraz zdarza, dorodne ziarno, a wysiewając poślednie, źle oczywiście wychodzi na tym pozornie dobrym interesie. Ziarno do siewu powinno być dorodne, zdrowe, z dobrze zachowaną zdolnością do kiełkowania. Ziarno drobne ma mniej zapasów pokarmowych dla rozwijającego się zarodka i roślina w pierwszym okresie rozwoju głoduje. Głodowanie w pierwszym okresie rozwoju powoduje słabsze wykształcenie się korzenia, łodygi i liści, co pociąga za sobą słabsze pobieranie pokarmów w dalszych okresach rozwoju i niższy plon. Dlatego dobór najcenniejszego ziarna do siewu ma duży wpływ na plon.

Sposób ten jednak nie zawsze wystarcza do zapobieżenia głodowaniu roślin w pierwszym okresie rozwoju, zanim wykształci się system korzeniowy. Przeważająca ilość roślin ma nasienie zbyt małe, aby pokryć zapotrzebowanie roślinki w całym tym okresie. Dlatego dokarmienie młodych roślinek, niezdol-

nych jeszcze do silnego pobierania pokarmu z gleby może bardzo znacznie podnieść plon. Jak tego dokonać?

Zagadnienie to rozwiązał radziecki uczonec Awdonin. Zaleca on mieszanie nasienia z nawozami granulowanymi i wysiewanie razem, zwykłym siewnikiem. Stwierdził, że superfosfat zastosowany w ten sposób działa kilka razy silniej niż wniesiony przed siewem równomiernie na całe pole lub dostarczony siewnikiem kombinowanym równocześnie z siewem, lecz w formie pyłastej. Przy wysiewie granulek superfosfatu razem z ziarnem, mały i nierozgałęziony korzonek młodej roślinki łatwo natyka się na granulki nawozu i obficie chłonie z niego fosfor, szczególnie potrzebny do rozwoju systemu korzeniowego. Dzięki temu roślina szybciej i sprawniej zaczyna żywić się sama. Dokarmianie rośliny w pierwszym okresie rozwoju niewielkimi dawkami granulowanych nawozów azotowych i potasowych daje również dobre skutki. Skutek takiego zasilania jest tym lepszy im drobniejsze jest nasienie, im słabiej zaopatruje ono zarodek w pokarmy mineralne. Dlatego najlepsze skutki osiąga ta metoda przy siewie kapustnych, pomidorów, rzepaku, gorczycy, buraków, marchwi, zbóż. Mniejsze zwyczki plonu dała u grochu, a wcale nie działała na fasolę, której duże nasienie wystarczająco zaopatruje zarodek w fosfor i inne pokarmy mineralne.

W ten sposób nauka radziecka odkrywa drogi poprawy funkcjonowania organizmów roślinnych, których przystosowanie do warunków naturalnych nie odpowiada warunkom stworzonym przez człowieka i celom uprawy.

Rozwój płciowy rośliny

Byliśmy obecni przy narodzinach rośliny. Patrzyliśmy na to, jak z małego zarodka ukrytego w nasieniu fasoli powstaje i wyrasta istota żyjąca, całkiem podobna do rośliny, która nasienie wydała. Zastanówmy się teraz, w jaki sposób powstaje u rośliny nasienie i skąd się w nim bierze siła życia i rozwoju.

Wydanie potomstwa przez wytworzenie nasienia jest główną funkcją rośliny, niejako celem ostatecznym jej życia. Wydanie zdolnego do rozwoju nasienia jest rezultatem całej działalności życiowej, całego rozwoju rośliny.

Owies, jęczmień, groch i wiele innych roślin zwanych jednoročnymi po wzejściu przez szereg tygodni, a nawet miesięcy gromadzą materiały potrzebne do wydania nasienia. I oto, należycie zakorzenione i wrosnięte w ziemię, jak najszerzej swoimi ulistnionymi pędami rozpostarte nad ziemią — w usłonecznionym powietrzu, osiagają wreszcie dojrzałość płciową i stają się zdolne do wydania kwiatu.

Z pączka kwiatowego, zewnątrznie niewiele różniącego się od zwykłego pączka liściowego, zamiast wydłużonego, pokrytego zielonymi liśćmi pędu wychyla się kwiat, złożony z listeczków zielonych (kielich) i barwnych (korona), nie rozrzuconych na wydłużonym pędzie, lecz skupionych w okółki na rozszerzonym wierzchołku szypułki kwiatowej. W ten sposób liście te przeobraziły się wraz ze zmianą swoich czynności (nie służą one teraz do przyswajania dwutlenku węgla, ale do ułatwienia rozmnażania płciowego) tak dalece, że nie łatwo domyślić się dziś, że są to liście zmienione w ciągu rozwoju roślin wyższych. Listeczki te dla swojej niezwyklej nieraz okazałości i piękności słusznie są nazywane koroną kwiatu. W pączku barwne listeczki korony (płatki korony) nie są widoczne, bo są okryte okółkiem zielonych listeczków, zwanych kielichem. Listeczki kielicha (działki kielicha), otulające kwiat z zewnątrz, ochraniają delikatniejsze wewnętrzne części kwiatu.

Z chwilą rozkwitnięcia kwiatu, a jeszcze bardziej wówczas gdy roślina przekwita, gotowe składniki pokarmowe (skrobia, tłuszcz, białko) napływają z liści do kwiatu i służą do wykształcenia nasienia. (Jest to ważną wskazówką co do terminu koszenia roślin na siano). W miarę wykształcania się ziarn, z liści rośliny stopniowo odpływają soki; proces ten rozpoczyna się od liści dolnych, które żółkną i wreszcie zamierają. To samo dzieje się z obumierającą powoli łodygą, która jednocześnie, skutkiem

nagromadzenia drewna sztywnieje i przez to osiąga możliwość dźwigania wciąż wzrastającego ciężaru dojrzewających nasion. Wszystko co było przydatne na pokarm, zostało przeniesione z liści i łodygi do nasion, aby spoczywającemu tam zaczątkowi nowej rośliny zapewnić pożywienie na pierwsze jego potrzeby.

Tak oto powstaje nasienie, mające dać życie nowej roślinie, podczas gdy roślina macierzysta po spełnieniu swego zadania, zamiera.

Nie wszystkie jednak rośliny wydają nasiona już po upływie jednego roku. Życie takich roślin rozkłada się na dwa lata i jedną zimę. Burak, marchew, kapusta i wiele innych roślin zwanych dwuletnimi, jak również wszystkie nasze zboża ozime, pierwszy rok swego życia przeznaczają całkowicie na samo tylko przystosowanie się do tak ważnej czynności, jaką jest rozmnażanie. W tym celu rozwijają silny system korzeniowy do czerpania surowego pokarmu z ziemi, a nad ziemią wydają duży pęk liści, czyli pracownię do wytwarzania gotowych pokarmów. Przez całe też pierwsze lato usilnie pracują, aby przygotować jak najobfitszy zapas pożywienia. Praca ich liści trwa aż do mrozów. Pozwala im to w ciągu lata i jesieni, gdy rośliny jednoroczne po wydaniu nasienia obumierają, korzystać bez przeszkód z promieni słonecznych. W ten sposób gatunki te przystosowały się do uniknięcia konkurencji innych roślin w walce o światło. Pokarm gromadzi się bądź w zgrubiałym, soczystym korzeniu (u buraka i marchwi), bądź w grubej łodydze zwanej głąbem i w mięsistych liściach zwiniętych w główkę (u kapusty), bądź w szyjce korzeniowej (u zbóż ozimych). Tak schodzi pierwszy rok ich życia. Po przejściu surowej zimy, w pąkach zeszłorocznych, pozornie drzemiących w oczekiwaniu cieplejszych dni zachodzą procesy jarowizacji tak, jak w pączkach kłębów ziemniaka, kłaczy perzu czy cebul cebuli. Po przejściu okresu jarowizacji roślina zaczyna odczuwać przedłużanie się dnia w miarę nadchodzenia lata. Przedłużanie się dnia pobudza teraz szybki rozwój nadziemnych pędów, które okrywają się wkrótce kwieciami, aby jak najlepiej wykorzystać

lato dla wykształcenia nasion. Gdy nasiona dojrzeją, rośliny zamierają.

Okres następujący po okresie jarowizacji nazwał Łysenko okresem świetlnym, ponieważ roślina wymaga określonej długości dnia, aby mogła rozwinąć pędy nasienne. Łysenko zbadał dokładnie oba te okresy życia rośliny i otrzymał wyniki bardzo ciekawe i ważne dla rolnictwa. Stwierdził on, że mrozy zimowe nie mają znaczenia dla jarowizacji. Jarowizacja naszych roślin ozimych i dwuletnich przebiega w temperaturze 0—2° ciepła, w dłuższym lub krótszym okresie czasu, zależnie od gatunku (zwykle około 40—50 dni). Dalej stwierdził on, że nasze rośliny jare, a także rośliny krajów gorących również muszą przejść okres jarowizacji, aby móc po przejściu następnego okresu świetlnego wydać nasienie. Różna jest tylko temperatura jarowizacji i jej okres. Np. owies, jęczmień i twarde pszenice jare wymagają 2—5° ciepła w ciągu 10—14 dni. Wczesne pszenice jare, miękkie wymagają 10—12° ciepła w ciągu 5—7 dni; proso i bawełna wymagają dla zjarowizowania się temperatury 25—28° ciepła. To wymaganie podwyższonych temperatur przez rośliny pochodzące z krajów ciepłych jest skutkiem przystosowania się ich do tamtejszego klimatu.

Okres świetlny, który roślina musi przejść dla strzelenia w źdźbło, jest również skutkiem przystosowania się jej do warunków kraju, z którego roślina pochodzi. W krajach oddalonych od równika dzień jest w lecie długi, dlatego rośliny jak żyto, pszenica, groch i inne, pochodzące z takich krajów wymagają długiego dnia. W krajach ciepłych, bliskich równika, dzień jest przez cały rok równy nocy (ma tylko 12 godzin). Dlatego rośliny pochodzące z takich krajów, jak np. koński ząb, bawełna, soja wymagają przez pewien okres po jarowizacji krótkiego dnia. Łysenko stwierdził, że okres świetlny można u roślin skrócić, dostarczając im odpowiedniej liczby godzin oświetlenia czy ciemności naraz, bez przerw. Osiąga się to w ten sposób, że rośliny długiego dnia oświetla się w nocy elektrycznie, a rośliny krótkiego dnia zaciemnia się prawie na cały dzień,

odstawiając je tylko na kilka godzin, aby nie zbladły i nie zmarły. Dzięki poznaniu przez Łysenkę konieczności przejścia przez każdą roślinę okresu jarowizacji i okresu świetlnego dla wydania nasienia, możemy dziś kierować życiem roślin, stwarzając im sztucznie warunki potrzebne do jarowizacji lub do przejścia okresu świetlnego. Jak to jednak zrobić? Czy można całe pola ogrzewać lub ochładzać? Dzięki badaniom Łysenki możemy rośliny jarowizować jeszcze przed wysianiem ich w polu. Gdy tylko kiełek rośliny po napęcznieniu ziarna ruszy, roślina już staje się zdolna do jarowizacji, choć jeszcze łupina nasienia nie została przez kiełek przebita. Dlatego ziarno siewne dla jarowizacji zwilża się najpierw wodą na tyle, aby kiełek ruszył, ale nie przebił jeszcze łupiny, a potem umieszcza się je na odpowiedni okres czasu w temperaturze, której dany gatunek wymaga dla jarowizacji. Po zakończeniu jarowizacji nasienie się przesusza, przepuszczając je przez młynek i wysiewa siewnikiem.

Jarowizowanym nasieniem obsiewa się w Związku Radzieckim miliony hektarów pszenicy jarej. Przedsięwzięcie jarowizacji przyspiesza rozwój pszenicy i pozwala jej dojrzeć przed okresem gorących, suchych, letnich wiatrów. Dzięki jarowizacji możemy uprawiać w Polsce bawełnę i kauczukonośną roślinę koksagiz, tak jak je uprawiają obecnie na Ukrainie, a nawet w Rosji. Przy zastosowaniu jarowizacji możemy otrzymywać nasienie prosa japońskiego, które wysiane nasieniem niejarowizowanym pozostaje do mrozów zielone, dostarczając przez całą jesień zielonki. Przy zastosowaniu zacieniania otrzymujemy na stacjach hodowlanych nasienie końskiego zębu, topinamburu i innych roślin pastewnych, o których przed tym sądzono, że z jakichś tajemniczych powodów nie mogą u nas wydawać nasion. Dzięki jarowizacji możemy z dwuletnich ziół lekarskich takich, jak np. koperek włoski, zbierać nasienie już w pierwszym roku. Znajomość jarowizacji pozwala nam unikać strzelania buraków i marchwi w pośpiechu. Pośpiechu są to właśnie jarowizowane rośliny buraka czy marchwi, które już w pierw-

szym roku wydają nasienie. W wypadku koperku włoskiego, który uprawiamy tylko na ziarno, wydanie nasienia w pierwszym roku jest korzystne, dlatego jarowizujemy go specjalnie. Przy uprawie buraków czy marchwi staramy się unikać jarowizacji.

Jak z tego wynika, między roślinami jednorocznymi a dwuletnimi nie ma jakiegokolwiek nieprzebytej granicy. Dzięki pracom Łysenki możemy swobodnie kierować rozwojem roślin i zmieniać rośliny dwuletnie na jednoroczne (koperek włoski), a jednoroczne uprawiać tak, aby niejarowizowane, siane na paszę, nie wydały nasienia w ciągu roku (proso japońskie). Co więcej, możemy w łatwy sposób zaspokoić wymagania roślin klimatu gorącego i uprawiać je u nas (bawełna).

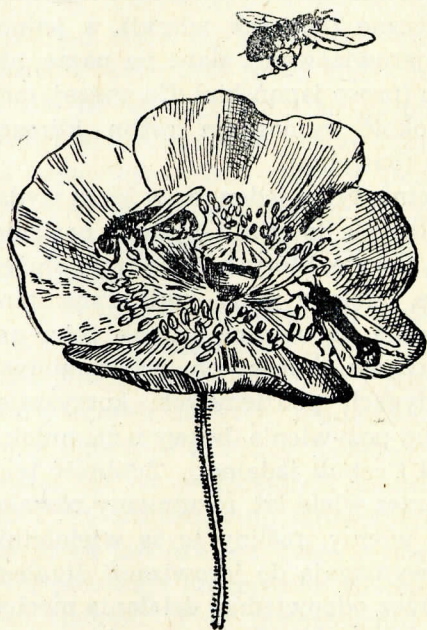
Rośliny jednoroczne i dwuletnie tylko jeden raz w życiu wydają nasiona. Życie ich trwa wyłącznie do chwili wydania nasienia.

Znamy także rośliny zielne, trwałe, których życie trwa dłużej. Są to byliny. Ich delikatne, zielone pędy nadziemne giną wprawdzie corocznie przed zimą, na wiosnę jednak roku następnego odnawiają się z pączków zimujących, wytworzonych w roku poprzednim na łodygach podziemnych, korzystając z zapasów nagromadzonego tam pożywienia (bulwy u ziemniaka, kłącza u perzu, cebulki u lili i cebuli jadalnej). Zdolność tych roślin do utrzymywania się przez wiele lat, rozumiemy również dzięki pracom Łysenki. Jak wiemy, rośliny te są wieloletnie tylko dlatego, że pączki ich wymagają do jarowizacji długiego okresu niskich temperatur. Przez odpowiednie działania mechaniczne lub chemiczne możemy jednak pobudzić pączki do rozwoju już w roku ich wytworzenia się.

Roślinami trwałymi są również drzewa i krzewy, które mają na gałązkach pączki zimujące. Poznaliśmy już przyczyny zimowania pąków drzew i krzewów, jak również wypadki rozkwitania ich przed zimą. Pnie i gałązki ich są zdrewniałe, zabezpieczone od mrozu. Rośliny trwałe po osiągnięciu dojrzałości płciowej wydają kwiaty i owoce przez całe swoje życie bądź corocznie, bądź też z przerwami.

Kwiat jako organ rozmnażania rośliny

Udajmy się teraz na łąkę, zanim kosa zacznie kłaść szeregi roślin w obfity pokos ściętej trawy. Ponad tą barwną i woniącą roślinnością, w promieniach słonecznego dnia unosi się niezliczona gromada pszczoł, motyli, muszek i wielu, wielu innych owadów. To samo spostrzegamy wszędzie tam, gdzie obficie za-



Rys. 34. Kwiat maku z odwiedzającymi go pszczołami

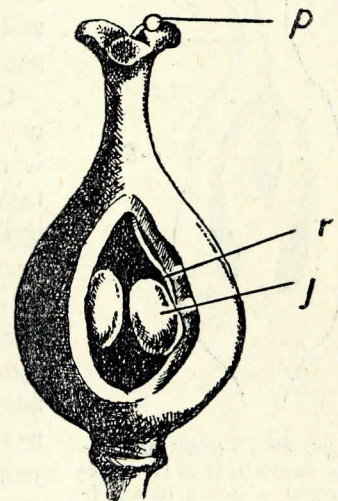
kwitają rośliny. Ta liczna rzesza owadów krążących nad ukwieconą roślinnością to nie przypadkowo zabłąkani tutaj goście. Między kwitnącymi roślinami, a owadami istnieje niewątpliwie jakiś związek łączący ze sobą te dwa światy istot żyjących.

Oto widzimy z dala okazały kwiat maku (rys. 34). Dzięki wielkiej, jaskrawo ubarwionej koronie z łatwością spostrzegają go również krążące w powietrzu owady. Nachylmy się nad nimi. Wewnątrz kwiatu żwawo uwija się dobrze nam znana pszczoła, pokryta pyłkiem nagromadzonym zwłaszcza na jej kosmatych nóżkach. Po chwili przelatuje na inny kwiat i wreszcie obciążona na nogach dwoma kulkami, utworzonymi z pyłku kwiatowego, powraca do ula, gdzie ów pyłek zmieszany z nektarem zostanie przerobiony na zapasy miodu. Przyjrzyjmy się teraz uważnie opuszczonemu przez pszczołę kwiatowi maku, a z łatwością wykryjemy pochodzenie owego pyłku.

Wewnątrz korony kwiatowej widzimy dużą ilość nitkowatych utworów, czyli pręcików, o małych, pełnych drobnego pyłku główkach na końcu. Pylniki umieszczone na pręcikach wytwarzają ogromne ilości pyłku kwiatowego, z którego chętnie korzystają pszczoły, zwabione widoczną z dala koroną kwiatu. Ów pyłek kwiatowy jest niezbędny roślinie do wytworzenia nasion.

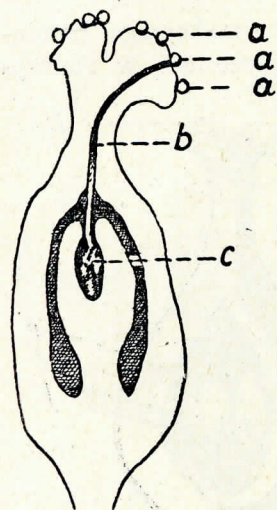
Przyglądając się dalej, w środku kwiatu makowego, pomiędzy licznymi pręcikami, znajdujemy jeszcze coś w rodzaju małej beczuleczki, kształtem przypominającej nam dojrzałą makówkę. Domyśleć się łatwo, że z tej właśnie części kwiatu, zwanej słupkiem, powstaje owoc maku, makówka, wypełniona mnóstwem drobnych ziarenek — nasion maku. Zajrzyjmy do środka słupka przecinając go w poprzek dolnej części. Część tę słusznie nazywa się zalaznią, bo w niej właśnie znajdują się zalążki, z których powstają nasiona.

Aby z ukrytego w zalazni zalążka rozwinęło się dojrzałe, zdolne do kiełkowania nasionko, nie obejdzie się bez pomocy pyłku. Trzeba, aby ów pyłek kwiatowy, wytwarzany obficie w pylnikach pręcików maku, dostał się na lepka, w kształcie gwiazdki główkę słupka, czyli znamię i tu przyłgnał. Powiadamy wtedy, że kwiat został zapyłony. Z przyłgniętego do znamienia pyłku wkrótce wyrasta długa, wąska rurka, łagiewka, która przenika do zalazni i dochodzi do zalążka. Tu następuje najważniejszy i najbardziej istotny proces w życiu kwiatu.



Rys. 35. Słupek kwiatu z otwartym wnętrzem: p — pyłek kwiatowy, r — łagiewka pyłkowa, j — zalążki wewnątrz zalazni

Zetknąwszy się z zalążkiem łagiewka pyłkowa oddaje mu część swojej zawartości (rys. 35 i 36). To połączenie zawartości pyłku z zawartością zalążka, zwane zapłodnieniem, jest początkiem rozwoju nowej rośliny. Od tej chwili, zalążek zostaje pobudzony do dalszego rozwoju; szybko się rozrasta i tworzy zaczątek przyszłej rośliny — nasienie, przygotowane do przyszłego, samodzielnego życia. Bez zapłodnienia z zalążków nie mogłyby się rozwinąć nasiona, a ze słupka nie powstałby dojrzały owoc. Kwiat więc nie spełniłby swego zadania, opadłby nie pozostawiając po sobie żadnego śladu.



Rys. 36. Słupki w czasie zapłodnienia (w przekroju): a — ziarenka pyłku kwiatowego, b — rurka wyrastająca z pyłku aż do zalążka, c — zalążek

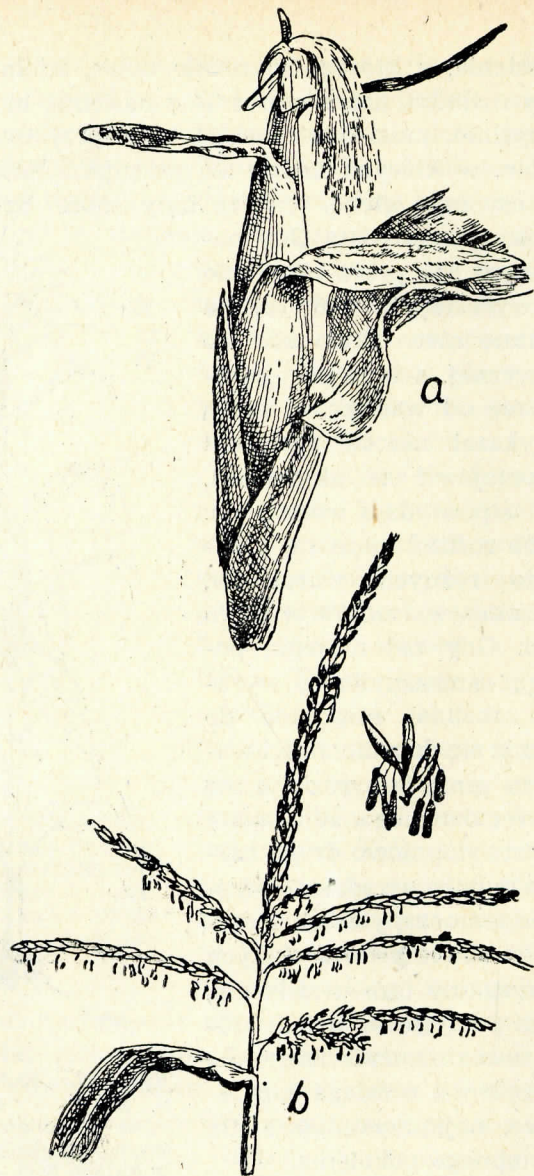
Gdy patrzymy na słupki umieszczone w samym środku kwiatu makowego w otoczeniu licznych pręcików i widzimy duże ilości wytwarzanego przez nie pyłku, mimo woli nasuwa nam się myśl, że zapylenie kwiatu to sprawa bardzo łatwa. Wszak droga z pręcika do znamienia słupka jaką ma do przebycia pyłek jest tak bliska i prosta, że nic zdaje się nie powinno stanąć temu na przeszkodzie. W rzeczywistości jednak jest inaczej. Tylko nieliczne rośliny mogą skutecznie zapyłać swój kwiat pyłkiem pochodzącym z tego samego kwiatu. Natomiast ogromna większość roślin nie znosi takiego samozapylenia, a jeśli ono nawet nastąpi, nie odnosi właściwego skutku. Samozapyłony kwiat nie wydaje bowiem owocu i nasion. Aby wykształcić dojrzałe owoce, a w nich zdrowe i zdatne do kiełkowania nasiona, kwiat powinien otrzymać pyłek z innego kwiatu i to wyrosłego na innej roślinie tego samego gatunku. W tym więc wypadku jak widzimy najprostsza i najkrótsza droga wcale nie prowadzi do celu. Skutkiem zapłodnienia ma być

wydanie nasienia, z którego wyrośnie nowa, zdolna do życia roślina. Aby roślina, która wyrośnie z nasienia, mogła rozwijać się pomyślnie, musi ona mieć zdolność przystosowania się do warunków, w których będzie się rozwijać. Nasienie może paść na tę, czy inną glebę, ten czy inny może być przebieg pogody w następnym roku. Gdy nasienie wytwarza się przez zapylenie krzyżowe, wyrastająca zeń roślina dziedziczy inne nieco skłonności po roślinie matce, a inne po ojcu. Zależnie od warunków, mogą się, jak wykazał uczony radziecki Miczurin, przejawiać te skłonności, które lepiej odpowiadają warunkom. W ten sposób roślina może się przystosować do różnych warunków, a nawet do zmian warunków w ciągu swego życia. Gdy zaś nasienie powstaje drogą samozapylenia, wyrastająca zeń roślina, niezdolna do przystosowania się do zmienności warunków życia ginie lub rozwija się słabo. Nic więc dziwnego, że u roślin wytworzyły się stopniowo drogą bardzo długiego doboru urządzenia przeciwdziałające samozapyleniu. Przyglądając się budowie kwiatu różnych roślin spostrzegamy tam urządzenia, nieraz bardzo pomysłowe, dzięki którym roślina unika nieużytecznego dla niej samozapylenia, a osiąga zapylenie krzyżowe, najkorzystniejsze dla rozwoju następnego pokolenia.

Przyjrzyjmy się poszczególnym roślinom kukurydzy w czasie

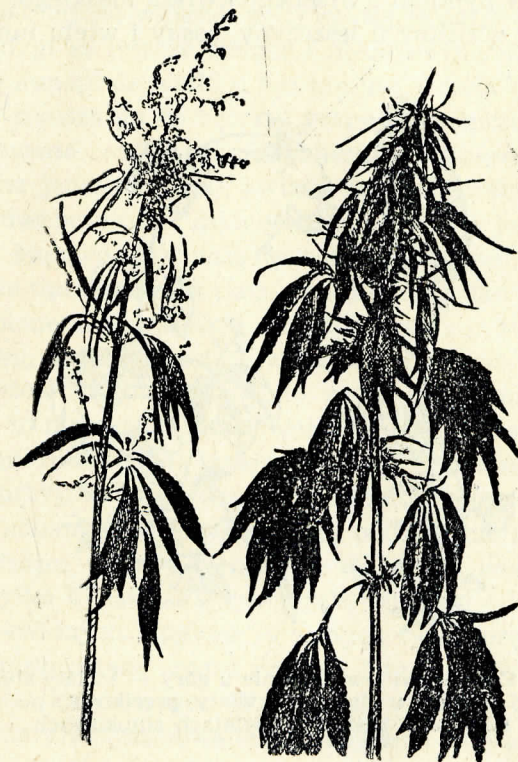


Rys. 37. Kukurydza — u góry — wiecha złożona z kwiatów pręcikowych, po bokach łodygi, w kątach liści — kolby złożone z kwiatów słupkowych, otulone liściastymi pochwami



Rys. 38. Kwiaty kukurydzy: a — kwiaty słupekowe zebrane w kolbę,
b — kwiaty pręcikowe zebrane w wiechę

kwitnienia (rys. 37 i 38). Rzecz dziwna, w kwiatach jej znajdujemy albo same tylko pręciki, albo też same słupki. Takiego kwiatu, który by mieścił w sobie pręciki i słupki razem, wcale nie spotykamy. Kwiaty pręcikowe są zebrane na wierzchołku rośliny w postaci rozpięchłej wiechy, kwiaty zaś słupkowe



Rys. 39. Konopie: po lewej roślina o kwiatach pręcikowych (płoskonka), po prawej o kwiatach słupkowych (maciorka)

skupione w kolby, osadzone są niżej, na bokach łodygi i otulone liściastymi pochwami. Tu nie może być mowy o samozapyleniu. Przy takim urządzeniu kwiaty słupkowe mogą otrzymać pyłek z kwiatów pręcikowych, położonych opodal, bądź na tej samej roślinie, bądź na roślinach obok rosnących. Gdy jednak pyłek

z innych roślin kukurydzy ma dostęp do znamion kwiatów słupkowych, pyłek z własnego kwiatu męskiego nigdy nie zdąży wykiełkować na znamieniu i nie spowoduje samozapylenia. Jedynie sztucznie, z trudem, przy odizolowaniu kolb od swobodnego dostępu pyłku z innych roślin kukurydzy, można zapylić roślinę kukurydzy pyłkiem z własnego kwiatu męskiego. To samo co u kukurydzy widzimy u leszczyny, sosny i wielu innych roślin.



Rys. 40. Chmiel: po lewej stronie u góry — kwiaty słupkowe, po lewej stronie u dołu — kwiaty pręcikowe, po prawej stronie — roślina o kwiatkach słupkowych

Cokolwiek inaczej jest u konopi. Przyglądając się poszczególnym roślinom konopi podczas kwitnienia spostrzegamy łatwo dwa ich rodzaje, już z dala różniące się swym wyglądem (rys. 39). Jedne, rosnące nieco bujniej i lepiej rozrośnięte, mają kwiaty o samych tylko słupkach. Są to tak zwane maciorki albo główacze. Na innych roślinach pospolicie zwanych płoskonkami, znajdujemy w kwiatkach same tylko pręciki. Łatwo zrozumieć,

że samozapylenie konopi, tak jak i kukurydzy nie jest możliwe. Nasienie konopi zbieramy tylko z maciorek: ich kwiaty słupkowe po otrzymaniu pyłku z rosnących obok płoskonek wykształcają stopniowo nasiona, pozostające w polu aż do czasu zupełnego ich dojrzenia. Natomiast płoskonki po wydaniu pyłku kwiatowego spełniły już to, co do nich należało. Toteż, aby otrzymać lepsze włókno, wrywa się je zaraz po okwitnięciu, gdy łodygi są jeszcze zielone i niezdrewniałe. To przystosowanie się konopi do walki o byt nie jest jednak korzystne dla rolnika, bo zmusza go do ręcznej pracy przy sprzęcie. Dlatego też wyhodowano w Związku Radzieckim konopie, które wykształcają na jednej roślinie kwiaty męskie i żeńskie. Dojrzejają one równocześnie i dlatego można zbierać je maszynowo.

Podobną budowę jak nasze nieuszlachetnione konopie ma chmiel. Krze uprawiane na chmielniku mają tylko kwiaty słupkowe, skupione w niewielkie zielone szyszki o swoistym, silnym zapachu, które wyrastają w kątach liści (rys. 40). Chmiel taki oczywiście nasion wydać nie może. Przy uprawie jego wcale też o to nie chodzi; przeciwnie, zapłodnione szyszki z wykształconymi nasionkami mają mniejszą wartość handlową. Jeśli teraz przyjrzymy się krzom chmielu dziko rosnącego w lesie, to przekonamy się, że tam rosną obok siebie rośliny dwójakiego rodzaju: jedne — podobne do uprawianego chmielu, o samych tylko kwiatkach słupkowych, inne zaś o kwiatkach zupełnie pozbawionych słupków, o samych tylko pręcikach. Dzikie chmiel może zatem wydać nasiona i to jedynie przy pomocy zapylenia krzyżowego. W podobny sposób jak konopie i chmiel kwiaty przystosowane do zapylenia krzyżowego mają: wierzba, topola i niektóre inne rośliny. Rośliny, których pręciki i słupki mieszczą się w jednym i tym samym kwiecie, potrafią także bronić się skutecznie przed tak niepożądanym dla nich samozapyleniem. Różnych przy tym używają sposobów. Jedne z nich o kwiatkach wzniesionych pionowo do góry mają pręciki krótsze od słupków; inne natomiast o kwiatkach zwisających w dół, mają pręciki dłuższe od słupków. W obu wypad-

kach pyłek opadający z dojrzałych pręcików na dół nie może się dostać do położonego wyżej znamienia słupka. Bywają rośliny, które radzą sobie w inny sposób, a mianowicie pręciki i słupki w jednym i tym samym kwiatku dojrzewają u nich niejednocześnie. Gdy z dojrzałych pręcików obsypuje się pyłek, słupek w tym kwiecie nie jest jeszcze dojrzały, a znamię jego niezdolne do przyjęcia pyłku. Słupek ten otrzyma pyłek z innego kwiatu, który się później rozwinie. Bywa również i odwrotnie. Inaczej broni się przeciw samozapyleniu jabłoni. W kwiecie jej nie widzimy żadnych urządzeń przeciwdziałających samozapyleniu. Jednakże własny pyłek, tj. pyłek z tego samego kwiatu, a nawet pyłek z innych kwiatów tego samego drzewa, nie może zapylić zalążka jabłoni. Jabłonia zapyłona własnym pyłkiem w ogóle nie zawiąże nasienia i nie wytworzy owocu. Przekonał się o tym na własnej skórze niejeden sadownik, który założył sad z jednej tylko odmiany jabłoni. Wiele odmian jabłoni pochodzi z rozmnożenia jednego, jedyne drzewa szczepieniem i oczkowaniem. Wszystkie drzewa tej odmiany wyrosły więc z pąków jednego okazu. Są to więc pędy jednego drzewa, zaszczepione na różnych podkładkach. Wskutek zabezpieczenia się rośliny przed samozapyleniem drzewa takie nie mogą zapylić się wzajemnie. Aby pobudzić takie sady do owocowania trzeba było sadzić w nich pośpiesznie drzewka innych odmian, wszczepiać pędy innych odmian w gałęzie drzew, a nawet wnosić kwitnące gałęzie innych odmian i stawiać je w kubłach z wodą w sadzie. W ten sposób nieznaną nam przyczyną rozwoju roślin prowadziła do poważnych strat i utrudnień w plonowaniu sadów.

Rola owadów i wiatru przy zapyleniu kwiatów

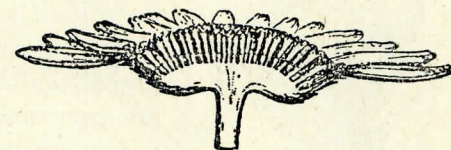
Dość dużo mówiliśmy o urządzeniach, na jakie potrafi zdobyć się roślina, aby uniknąć niekorzystnego dla siebie samozapylenia, ale jeszcze nie powiedzieliśmy wszystkiego. Nie wystarcza bowiem zabezpieczyć się przed samozapyleniem, trzeba jeszcze

jak najusilniej zatroszczyć się o to, aby każdy kwiat został zapyłony pyłkiem z innego kwiatu położonego na innej roślinie tego samego gatunku. Inaczej na nic całe nastawienie rozwoju rośliny na wydanie nasienia. Kwiat rośliny obcopolnej niezapyłony pyłkiem innej rośliny nie wyda nasienia.

Otrzymać pyłek z innej rosnącej rośliny to zadanie bynajmniej niełatwe. Roślina nie może wykonać niezbędnych do tego ruchów i musiała przystosować się do szukania pomocy z zewnątrz.

Aby móc korzystać z pomocy owadów roślina owadopylna musi się do tego odpowiednio przystosować. Przede wszystkim chodzi tu o zwabienie owadów, owady bowiem jak łatwo się domyślić zapyłają kwiaty odwiedzając je dlatego, że znajdują tu odpowiednie dla siebie pożywienie. Gdy pszczoła siada na kwiat, nie tylko o pyłek kwiatowy jej chodzi. Zwróćmy uwagę na pszczoły, gdy powracają do ula. Jedne z nich jak widzieliśmy są obciążone pyłkiem kwiatowym, zebrany w dwie żółte kulki na tylnych nóżkach. Inne zbierają nektar kwiatowy z umieszczonych w głębi kwiatu gruczołków zwanych miodnikami. A więc to pyłek i nektar kwiatowy nęci owady do odwiedzania kwiatów.

Roślina owadopylna jest odwiedzana najchętniej przez jeden gatunek owadów, a kwiaty jej odpowiadają wielkości, kształtom i zwyczajom danego owada. Rośliny owadopylne przystosowały się również do przywabiania owadów. Owady posiadają doskonały wzrok i bardzo czuły węch. Kwiat maku wabi z daleka wzrok pszczoły sobie tylko właściwym kształtem korony, wielkiej i jaskrawo ubarwionej, a więc wyraźnie odbijającej od ogólnego tła zieleni liściowej. Róża, lilia nie poprzestają na tym: korony ich piękne w kształtach i ubarwieniu wydają ponadto niemiernie ponętny, swoisty zapach, a więc wabią nie tylko



Rys. 41. Kwiaty zebrane w koszyczek (u słonecznika) — w przekroju

wzrok, ale i węch owada. Rośliny zapylane przez nocne owady mniej mogą liczyć na jaskrawość korony, bo wzrok w ciemności łatwo zawodzi. Kwiaty ich natomiast wydają wieczorem silny zapach, a owad, kierując się niezmiernie czułym węchem, po woni kwiatu poznaje właściwą roślinę.

Kwiaty drobne i niepozorne są połączone zazwyczaj w większe skupienia, a wtedy w skupieniu stają się bardziej widoczne i z większą siłą przyciągają do siebie owady. U słonecznika np. w końcu szypułki, w tak zwanym koszyczku, mieści się obok siebie duże skupienie drobnych, niepozornych kwiatów, tyle, ile później będzie ziarn słonecznikowych (rys. 41). Dokoła koszyczka widzimy szereg większych, zabarwionych na żółto i z dala widocznych kwiatów, w których najczęściej wcale nie ma ani pręcików, ani słupków. Bo też nie są one przystosowane do wydania nasienia, a jedynie do tego, aby wabiąc owady przyczyniać się do zapylenia tych niepozornych kwiatów. Podobne działanie skupienia widzimy u koniczyn, gdzie drobne kwiaty zebrane są w główki, u marchwi w baldaszki (rys. 42 i 43). Ułatwia to znakomicie owadom odnalezienie kwiatów i ich zapylenie.

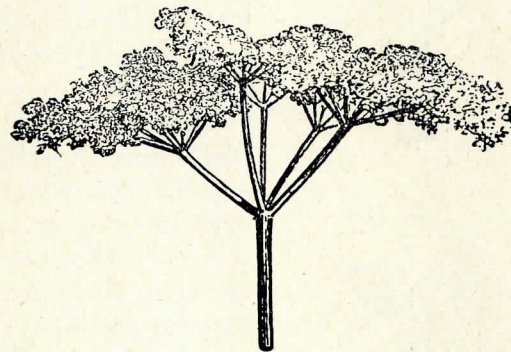
Aby się dostać do nektaru, sączącego się z miodników na dnie kwiatu, owad często wchodzi do środka kwiatu, który go wabi. Po drodze potraça o dojrzałe pręciki przy czym na jego nóżkach i skrzydełkach zatrzymuje się dużo osypującego się pyłku kwiatowego. Przelatując dalej z kwiatu na kwiat w dalszym poszukiwaniu nektaru potraça ciałem o lepkie znamiona słupków i zostawia na nich przyniesiony pyłek (rys. 44 i 45).

Przenoszenie pyłku przy pomocy owadów, to bez wątpienia



Rys. 42. Motyl na kwiatkach zebranych w główkę

najdoskonalszy sposób zapylenia kwiatów, dający najlepsze wyniki; nie wszystkie jednak rośliny w ten sposób są zapylane. Leszczyna, olcha i wiele innych roślin, kwitną bardzo wczesnie, jeszcze przed rozwinięciem liści, kiedy owadów jest jeszcze za mało, aby zapewnić zapylenie. Część więc roślin przystosowana jest do innego sposobu przenoszenia pyłku, a mianowicie za pomocą wiatru. Kwiaty zebrane zazwyczaj na drzewach w zwisłe bażki czyli kotki są niepozorne, brak im bowiem pięknie zabarwionej korony. I nic w tym dziwnego. Byłaby ona całkiem zbyteczna, a nawet przeszkadzałyby w zapyłaniu przez wiatr. Gdy nastaną cieplejsze dni wiosenne, otwierają się kwiaty otulone na zimę jednym tylko skromnym listeczkem i ukazują się pręciki, wydające obficie pyłek kwiatowy. Obłoczki tego pyłku, unoszone przez wiatr, docierają bez przeszkód do wszystkich zakątków drze-



Rys. 43. Kwiaty zebrane w baldaszek (u bzu lekarskiego)

wa, pozbawionego wówczas liści (rys. 46). Tu też powinny napotkać przygotowane do przyjęcia pyłku piórkowate znamiona słupków, sterzące z kwiatu. Czy to spotkanie nastąpi i kwiat zostanie zapyłony, jest oczywiście rzeczą prostego przypadku. Aby osiągnąć zapylenie możliwie największej ilości kwiatów, rośliny wiatropylne wytwarzają pyłek kwiatowy w ogromnych ilościach. Znaczna część tego pyłku marnuje się bezużytecznie pokrywając na wiosnę ziemię pod drzewami. Tylko nieznaczna część wytworzonego pyłku osiąga właściwego celu, zapyła kwiaty i doprowadza do wydania nasion.

Wiatr, jak widzimy, spełnia tu czynność zapylenia w sposób

mniej dokładny i pewny jak to robią owady. Ale za to wiatr jest pomocnikiem bardziej dla roślin dostępnym, nie wymaga bowiem tak kunsztownego ukształtowania kwiatu jak u roślin owadopylnych. Dlatego też rośliny nagozalążkowe, do których należą wszystkie drzewa szpilkowe, są wyłącznie wiatropylne.

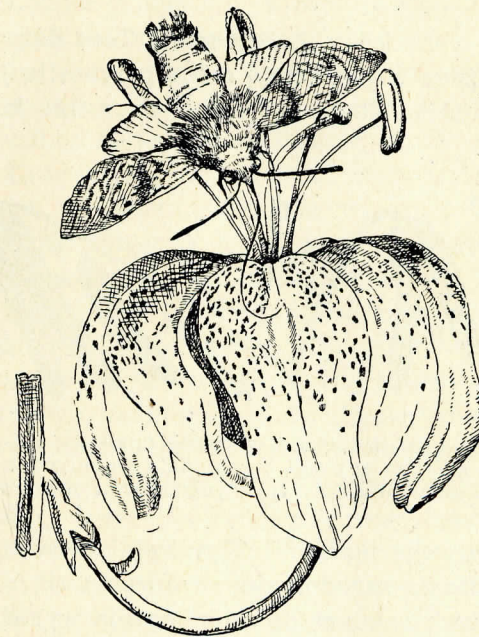
Zdolność do wykorzystywania owadów przy zapyleniu pojawia się dopiero u okrytozalążkowych, do których należą wszystkie nasze rośliny uprawne. I wśród nich są jednak wiatropylne. Należą do nich poza kukurydzą np. żyto oraz wszystkie trawy. Inne zboża, jak np. pszenica, jęczmień, owies, proso są przystosowane do samozapylenia. Jest to skutkiem przystosowania się ich do niepomyślnych warunków klimatycznych, które utrudniają zapylenie przez wiatr. Zapylenie to nie może bowiem nastąpić w czasie dżdżystej, wilgotnej pogody, która uniemożliwia roznośzenie pyłku przez wiatr, jak i w czasie posuchy i gorąca, gdy delikatne znamiona wysychają, i pyłek przyniesiony przez wiatr nie może się na nich rozwinąć, aby dotrzeć do zalążka. Dlatego samozapylenie, przed którym tak usilnie bronią się rośliny, nie jest dla tych zbóż niebezpieczne?

Dlaczego nie prowadzi ono do wyrodzenia się ich? Czyżby rozwój ich nie przebiegał wedle praw rozwoju roślin, które poznał Łysenko? Nie, rośliny te podlegają tym ogólnym prawom przyrodniczemu. Nie wyzwoliły się one od konieczności zapylenia krzyżowego. Samozapylenie prowadzi również u nich do wyrodzenia. Wskutek przystosowania się ich do samozapylenia, wyrodzenie to przebiega jednak u nich znacznie wolniej niż



Rys. 44. Kwiaty szatwi w chwili zapylenia przez owady

u roślin obcocylnych. Zdolność tych roślin do życia zmniejsza się w ciągu wielu pokoleń nieznacznie. Część ich podlega przy tym stale zapyleniu krzyżowemu przez wiatr, które usuwa złe skutki samozapylenia. Rośliny powstałe z zapylenia krzyżowego zachowują przez szereg pokoleń większą siłę życiową, wypie-

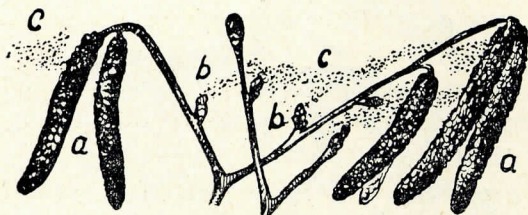


Rys. 45. Kwiat lili — złotogłowa w chwili zapylenia przez motyla

rając rośliny wyradzające się. Rolnika, który dąży do uzyskania jak największej produkcji rolnej, taki stan rzeczy nie może jednak zadowalać. Nie może on dopuścić do tego, aby rośliny wyradzały się z roku na rok, zmniejszając swoją plenność. Rolnicy i uczeni krajów kapitalistycznych znają to zjawisko wyradzania się odmian np. pszenicy. Odmiany znane niegdyś jako doskonałe po 20 — 40 latach gwałtownie się pogarszają. Uczeni krajów kapitalistycznych uważali, że człowiek nie może zmie-

nić tego stanu i nie szukali na to rady. Bogatsi rolnicy dawali sobie przecież i tak radę. Stać ich było na to, aby w razie wyrodzenia nasienia, sprowadzić za odpowiednią cenę nasienie nowej odmiany, wyhodowanej świeżo w firmach hodowlanych w kraju czy za granicą. Biedny chłop natomiast nie osiągał mimo swej ciężkiej pracy wskutek wyrodzenia nasienia należytych plonów.

Inaczej jest w Związku Radzieckim. Tam dąży się do tego, aby praca włożona w produkcję rolną przynosiła jak najlepsze wyniki. Tam uczeni dbają o to, aby wszystkie kołchozy mia-



Rys. 46. Gałązka leszczyny w czasie opylania: a — kwiaty pręcikowe zebrane w bazie, b — kwiaty słupkowe, c — pyłek kwiatowy unoszący się z pręcików w powietrzu

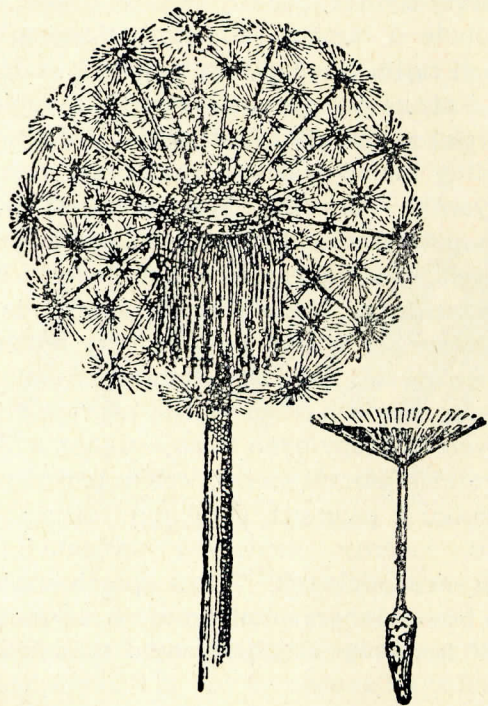
ły dość wyborowego nasienia. Wytrwała praca Łysenki i jego uczniów rozwiązała zagadnienie wyradzania się zbóż samopylnych. Opracowali oni metodę zapobiegania wyradzaniu się odmian pszenicy. Metoda ta jest stosowana na poletkach doświadczalnych kołchozów. Polega ona na tym, że rozchyła się plewy na młodych, niezapylonych jeszcze kwiatkach pszenicy i usuwa się pręciki, tak że znamię słupka pozostaje nieuszkodzone. Samozapylenie jest teraz wykluczone, a kwiat zostaje zapylony sztucznie mieszaniną pyłku ze stukilkudziesięciu innych roślin pszenicy. Nasienie otrzymane przez zapylenie krzyżowe służy do odmłodzenia odmiany. Badania uczonych radzieckich wykazały również, że zapylenie krzyżowe roślin obcopolnych dokonywane za pośrednictwem owadów i wiatru

nie zawsze prowadzi do wyników zadowalających rolnika. O tym, że zapylenie za pośrednictwem wiatru jest zależne od pogody wspominaliśmy już omawiając zapylenie się żyta. Wiemy z własnego doświadczenia, że gdy w czasie kwitnienia żyta pogoda jest zła, dużo kłosów jest „przestrzelonych“, plon spada. Kolby kukurydzy też nie co roku są dobrze wypełnione ziarnem. Podobnie u lucerny, koniczyn, słonecznika, hreczki, rzepaku i innych roślin owadopylnych sporo kwiatów pozostaje niezapylonych i nie zawiązuje nasienia. Dla zapobieżenia temu stosuje się szeroko w Związku Radzieckim dodatkowe sztuczne zapylenie, według metody opracowanej przez ucznia i współpracownika Łysenki — Musijkę. Metoda ta jest bardzo prosta. Polega ona na potrząsaniu kwitnących roślin przeciąganym przez nie sznurem, płachtą, czy szeregiem małych miotełek naciągniętych na sznurze. Nieco inaczej zapyła się dodatkowo słonecznik. Kładzie się w tym celu na rękę rękawicę sukieną i pociera się nią kolejno kwiaty. Nabrany na rękawicę pyłek z jednego kwiatu zapyła następny. Dla poprawienia zapylenia roślin uprawnych owadopylnych stosuje się też w Związku Radzieckim wywożenie pszczół na pola celem przyzwyczajania ich do zbierania pyłku z pewnych gatunków roślin. Zwiększa to plony rzepaku, lucerny, koniczyny nasiennej, słonecznika i innych roślin owadopylnych. W ten sposób znajomość praw rozwoju roślin i owadów oraz umiejętne zastosowanie ich, zwiększa wydajność upraw w socjalistycznym rolnictwie ZSRR.

Wędrowki nasion

Gdy pyłek z pręcików dostał się na znamię słupka, a zalążki ukryte w zalążni zostały przezeń zapłodnione, przeznaczenie kwiatu już się właściwie spełniło, a wtedy szybko następują w nim widoczne zmiany. Zielone listeczki kielicha i barwne korony, a także opróżnione z pyłku pręciki wkrótce usychają i opadają. Z całego okazałego nieraz kwiatu pozostaje zazwyczaj tylko niepozorna zalążnia — jedna lub więcej. Zalążki

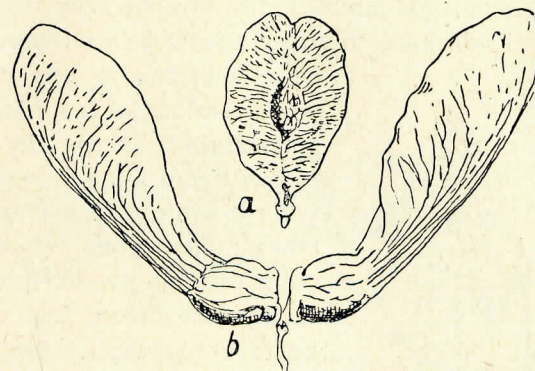
w niej ukryte przy obfitym dopływie soków pokarmowych z łodygi i liści wnet się rozwijają, zamieniając się na nasiona. Z całej zaś zalążni powstaje dojrzały owoc zawierający jedno lub więcej (w maku nawet bardzo dużo), gotowych do skielkowania nasion. Zdawać by się mogło, że wystarcza to



Rys. 47. Owoce dmuchawca zebrane w puszystą kulę.
Obok pojedynczy owoc z puszkim w kształcie spadochronu

do rozmnożenia rośliny. W rzeczywistości jednak tak nie jest. Gdy rolnik na odpowiednio przygotowanej roli dokonywa zasiewu roślin uprawnych, wielkich dokłada starań, aby nasiona jak najrównomierniej rozmieścić na powierzchni pola. Wtedy tylko powstałe z wysianych nasion rośliny jednakowo będą mogły korzystać z niezbędnego do życia światła i z pożywienia

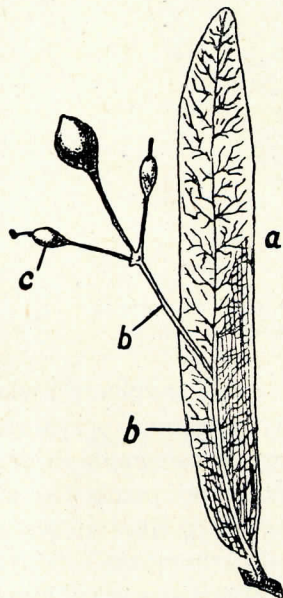
w ziemi rozwijając się swobodnie i nie przeszkadzając sobie wzajemnie, a w rezultacie wydadzą oczekiwany przez rolnika plon. Podobne warunki są również niezbędne dla roślin dziko rosnących na łące, w polu czy też w lesie. Dla utrzymania gatunku jest konieczne, aby wydane nasiona zostały odpowiednio rozsiane, a przyszłe życie nowego pokolenia mogło się odbywać w jak najdogodniejszych warunkach. Chodzi więc o to, aby nasiona nie padły wprost na ziemię pod rośliną macierzystą, lecz zostały rozsiane jak najdalej. W jaki sposób przystosowały się rośliny do tego niełatwego zadania?



Rys. 48. Owoce zaopatrzone w skrzydełka do latania:
a — owoc wiazu, b — podwójny owoc klonu

Przenoszenie pyłku z kwiatu na kwiat, czyli zapylenie kwiatów to nie jedyny wypadek, kiedy roślina przystosowuje się do korzystania z obcej pomocy. Rozsiewanie nasion często również nie może się obejść bez takiej pomocy z zewnątrz. A więc przede wszystkim siewcą jest w naturze wiatr. Jest to jak wiemy siła nie byle jaka. Roślina korzysta z wiatru nie tylko do przenoszenia niezmiernie drobnego pyłku kwiatowego, ale do dźwigania znacznie cięższych zazwyczaj nasion lub całych owoców. Każdy z nas zapewne przypomina sobie puszystą, białą kulę dmuchawca, zwanego inaczej mnisz-

kiem (rys. 47). Pospolity to na trawnikach chwast o żółtych kwiatach i białym soku wypływającym z przerwanej łodygi. Puszysta kula, to skupienie znacznej ilości owoców zebranych u dmuchawca w postaci koszyczka. Każdy owoc o jednym tylko nasionku, wewnątrz zaopatrzony jest w szczególny przyrząd do latania, złożony z kółka niezmiernie delikatnych włosków. Przypomina to bardzo spadochron używany przez lotników. Dmuchnijmy na taką kulkę, a owoce dmuchawca wnet się rozlecą w powietrze na wszystkie strony. Wiatr nawet najłżejszy z łatwością je porywa i przenosi na znaczną nieraz odległość ułatwiając roślinie opanowanie coraz nowych obszarów dla swojego gatunku. Nasiona wierzby, topoli, osiki, okryte lekkimi włoskami również z łatwością odbywają podróże



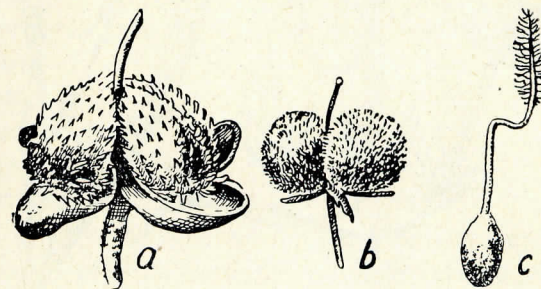
Rys. 49. Owoce lipy: a — sztywny listek — żagielek, b — szypułki niosące owoce, c — owoce lipy

powietrzne, a gdy opadną na wodę zamiast na ląd, nie toną, lecz swobodnie pływają do czasu, aż fala wyrzuci je na brzeg — tu wyrastają z nich nowe drzewa. Nie mało kłopotu ma rolnik z tępieniem ostu na swoich polach, a to dlatego, że owoce jego zaopatrzone w lekki puszek łatwo są roznoszone przez wiatr z pól niedbałych sąsiadów.

Nasienie sosny, owoc wiązu i brzozy zamiast puszek otoczone są błoniastym skrzydełkiem, a podwójny owoc klonu posiada aż dwa skrzydełka przypominające nieco uskrzydłonego owada (rys. 48). W błoniaste skrzydła, niby w żagle dmie wiatr i z miejsca, gdzie powstało, przenosi nasienie nieraz bardzo daleko. Dojrzałe owoce lipy nie opadają z drzewa

pojedynczo, lecz po kilka razem, połączone ze sztywnym listkiem-żagielkiem (rys. 49).

Nie dla wszystkich jednak nasion są dostępne podróże powietrzne. Jest dużo roślin, które wydają nasiona zbyt duże i ciężkie, aby mogły korzystać z tego sposobu rozsiewania. Rośliny takie przystosowały się do korzystania z pomocy zwierząt i ludzi. Gdy patrzymy na soczyste, jaskrawo zabarwione owoce wiśni, jarzębiny, kaliny i wielu innych roślin, często nie domyślamy się, że ta pożywna powłoka owocu została przygotowana przez roślinę jako przynęta dla ptaków i ludzi. Zjadają oni chętnie smaczny owoc, a pestkę z ukrytym w niej nasie-



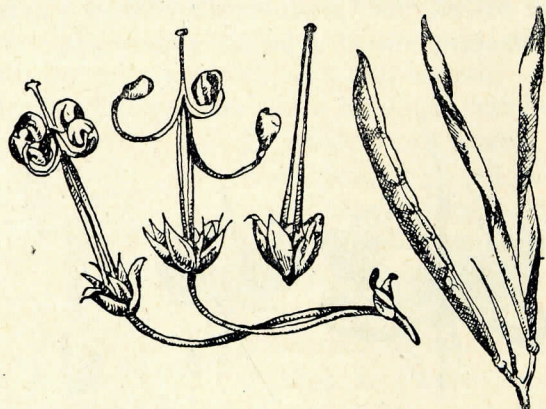
Rys. 50. Owoce zadzierzyste: a — ostrzenia, b — przytulii, c — kuklika

niem odrzucają na bok, bądź przełykają, a wtedy wychodzi ona z kałem. Dzięki twardej osłonie w obu wypadkach nasienie pozostaje nieuszkodzone i nie traci zdolności kiełkowania. Aby ustrzec owoc przed przedwczesnym spożyciem przez zbyt łakomych pomocników, kiedy nasienie nie jest jeszcze dojrzałe, owoc niedojrzały jest kwaśny lub cierpki. Spotykamy tu nowy wypadek współzależności świata roślinnego i zwierzęcego.

Roślina potrafi przystosować się do wykorzystania człowieka lub zwierząt do swoich celów. Przypatrzmy się dokładnie wełnie owcy, sierści psa, upierzeniu ptaka lub wreszcie własnemu ubraniu po spacerze odbytym w końcu lata na polu, łące lub

w lesie, a niewątpliwie znajdziemy tam niemało różnych nasion i drobnych owoców z nasionami wewnątrz, uczepionych swoimi ostrymi kolcami lub haczykami (rys. 50). Uczępiły się one jak przysłowiowy „rzep psiego ogona“, aby odbyć podróż do odległych nieraz miejscowości.

Nie zawsze rośliny mają tak duży rozpęd kolonizatorski. Nie wszystkie dążą do rozsiewania swojego potomstwa na tak rozległych obszarach. Niektóre rozrzucają nasiona tylko dookoła siebie, dzięki odpowiedniej budowie owoców. Strąki grochu, lu-



Rys. 51. Pęknięcie owoców przy dojrzewaniu połączone z rozsiewaniem nasion: z lewej strony — bodziszek, z prawej strony — groszek łąkowy

binu i innych roślin przy dojrzewaniu pękają na połówki, a każda połówka strąka skręca się szybko i z tak znaczną siłą, że nasiona zostają rozrzucone dookoła (rys. 51). W dojrzewającym owocu maku powstają u góry otworki, przez które wysypują się nasiona, gdy wiatr kołysze łodygę z makówką na różne strony. W ten sposób bezlitosna walka między różnymi gatunkami roślin o byt, o jak najsilniejsze rozmnożenie swojego gatunku, o zajęcie jak największych przestrzeni stały się czynnikiem, który zwiększał przystosowanie owocu, robiąc z niego narzędzie przenoszenia nasion. Przystosowania te są bardzo różnorodne, nigdy jednak nie spełnią swego zadania w sposób do-

skonały. Nasionie może się znaleźć w warunkach nieodpowiednich do kiełkowania. Brak potrzebnej mu wilgoci, ciepła, brak dostępu powietrza lub inne niesprzyjające okoliczności mogą sprawić, że nie spełni ono swojego zadania i zginie nieużytecznie. Jak się rośliny przystosowały do tego, aby mimo tych niebezpieczeństw zachować gatunek? Widzieliśmy, jak wielkie ilości pyłku kwiatowego wytwarza roślina, aby osiągnąć możliwie dokładne zapylenie kwiatów, chociaż do zapłodnienia zalążka najzupełniej wystarcza jedno tylko ziarno pyłku. Podobne zjawisko widzimy i tutaj. Niektóre rośliny wytwarzają w ciągu roku niezwykle dużo nasion. Pewien uczonec po zbadaniu najpospolitszych chwastów przekonał się, że z jednego krzaka wydaje rocznie:

gorczyca polna	ok.	2000	nasion
rdest	„	3000	„
łopian	„	12000	„
rumianek psi	„	48000	„
mak polny	„	50000	„
przymiotno	„	110000	„

Obfitość wytwarzanych nasion, jak i obfitość pyłku kwiatowego zapewnia roślinie wydanie potomstwa i świadczy o długotrwałym przystosowaniu się jej do walki o utrzymanie swojego gatunku. Sprawia to zarazem niemało kłopotu rolnikowi, liczne bowiem chwasty, bardzo pospolite w polu i ogrodzie dzięki tej wielkiej zdolności rozrodczej stają się uciążliwe. Tym bardziej są one szkodliwe przez to, że nasiona ich zachowują siłę kiełkowania przez długie nieraz lata. Toteż nie dopuścić do wysiewania się chwastów to bardzo ważne i trudne zadanie rolnika i ogrodnika. Wskutek tego, że chwasty dojrzewające później niż rośliny uprawne ulegały zniszczeniu przy zbiorach plonów i nie mogły wydać nasienia, utrzymały się dziś przeważnie tylko takie gatunki i odmiany chwastów jednorocznych, które dojrzewają wcześniej od roślin uprawnych. Wczesne dojrzewanie i rozsiewanie nasion bardziej jeszcze utrudnia wytepienie chwastów niż obfitość nasienia.

CZŁOWIEK PRZEOBRAŻA ROŚLINY

Poznaliśmy już jak zmiana warunków przyrodniczych i walka o byt z innymi gatunkami roślin i zwierzętami przeobrażała stopniowo rośliny i rozwijała je. Widzieliśmy, jak rośliny przystosowały się do warunków naturalnych swoich krajów ojczystych i do warunków wytworzonych przez walkę o byt. Przystosowały się w ten sposób, aby ich rozwój odpowiadał jak najlepiej klimatowi ich ojczyzny i jednocześnie ułatwiał im utrzymanie własnego gatunku w walce z innymi gatunkami. Czy taki rozwój roślin może odpowiadać wymaganiom człowieka, stawianym wobec roślin uprawnych? Nie, na pewno nie. Dlaczego?

Roślina, której cykl rozwojowy przystosował się do klimatu jakiegoś kraju, nie jest tym samym przystosowana do odmiennego klimatu panującego w innych krajach. Człowiek zaś zamieszkał całą kulę ziemską i nigdzie nie chce rezygnować z uprawy roślin i korzystania z ich plonów. Dalej, przystosowanie wszystkich funkcji życiowych tylko do zadań utrzymania gatunku nie odpowiada człowiekowi. Człowiek niejednokrotnie wymaga od roślin rozwoju części nie mających bezpośredniego znaczenia dla rozmnażania. W interesach człowieka części te powinny rozwinąć się o wiele silniej, niż tego wymagają potrzeby rozmnażania rośliny, np. owoce drzew owocowych, korzenie okopowych korzeniowych, włókna lnu i konopi. Wreszcie człowiek stwarza roślinie w polu i w ogrodzie warunki odmienne od naturalnych. Dzięki zastosowaniu postępowych metod uprawy

roli zapewnia im obfity, jednoczesny dostęp wody, pokarmów mineralnych i powietrza do korzeni oraz zwiększony dostęp dwutlenku węgla do liści. W siedliskach naturalnych roślina nie spotyka takich warunków, dlatego też w dzikim stanie nie wytworzyły się w niej zdolności do wykorzystania ich. Łatwo się o tym przekonać. Żadna roślina dzika nie da nawet w warunkach najlepszej uprawy i nawożenia plonu znacznie większego niż w dzikim stanie i w żadnej mierze nie dorówna plonom odpowiednich gatunków roślin uprawnych. Aby więc dostosować rośliny do warunków uprawy w ten sposób, aby wykorzystywały je jak najwydajniej i opłacały w ten sposób jak najlepiej pracę włożoną w tę uprawę, trzeba je przeobrazić odpowiednio do potrzeb człowieka, bo przyroda sama nigdy nam nie dostarczy w gotowej postaci roślin uprawnych, odpowiadających naszym potrzebom.

To przeobrażanie roślin w kierunku zwiększenia ilości i jakości plonu zaczęło się bardzo dawno, już od zarania rolnictwa. Człowiek pierwotny nim został rolnikiem, zbierał dziko rosnące owoce, ziarno i inne produkty roślinne i przynosił do swoich siedzib. Oczywiście zbierał i przynosił najlepsze owoce jakie znajdował i największe ziarno. Z pestek zjedzonych owoców i zgubionych ziarn wyrastały w pobliżu siedzib rośliny. W ten sposób człowiek nieświadomie dokonywał pierwszego doboru sztucznego — doboru roślin nie według cech użytecznych roślinie, ale użytecznych człowiekowi. Następnie po wielu tysiącach lat zbierania dzikich płodów roślinnych człowiek zaczął również siać rośliny. Pierwszymi roślinami uprawnymi były zboża. Człowiek prowadził dalej dobór roślin, które najsilniej zmieniały się pod wpływem uprawy. Początkowo u podstaw tego doboru stały wierzenia pogańskie, według których ziemia była jakąś dobrotliwą boginią, ziarno zasiewane ofiarą na cześć tej bogini, a plon wyrastający z ziemi był darem tej bogini dla tych, którzy składają jej ofiary. Oczywiście na ofiarę dla bogini wypadało składać tylko najcelniejsze ziarno. Później spostrzeżono, że najlepsze ziarno siewne daje najwyższe

plony i w wielu okolicach rolnicy zaczęli świadomie wybierać najlepsze ziarno do siewu.

W ten sposób przez tysiąclecia przeobrażały się stopniowo i uszlachetniały rośliny zbożowe i inne uprawiane na nasienie. Trudniej było w tych wypadkach, gdy trzeba było przeobrazić zupełnie roślinę, pobudzając ją do silniejszego rozwoju organów pomocniczych służących tylko pośrednio rozmnażaniu. Nadmierny rozwój takich organów, ważny dla człowieka, nie ma znaczenia dla rozmnażania rośliny. Np. buraki siejemy na wysadki gęsto, tak że korzonki wyrastają nie większe od palców, bo wiemy, że dalszy rozwój korzenia wysadka nie wpłynie na plon nasienia w przyszłym roku. Ogromny rozwój korzenia, do którego zdolny jest dzisiejszy burak nie ma więc znaczenia dla rozmnażania rośliny, a jest skutkiem przystosowania jej przez człowieka do swoich celów.

Taka zmiana kierunku rozwoju rośliny jest zadaniem trudnym, wymaga ona zastosowania metod naukowych. Dlatego uszlachetnienie korzeniowych zaczęło się w Europie zaledwie 200—300 lat temu, gdy nauka stała już na dość wysokim poziomie. Osiągnięcia nauki rolniczej w dziedzinie przeobrażania i wprowadzania do uprawy nowych roślin nie były jednak w ostatnich stuleciach zbyt duże.

Dopiero w Związku Radzieckim, zaczął się szybki rozwój prac nad uszlachetnieniem i przeobrażeniem roślin, nad przeniesieniem roślin uprawnych w nowe warunki klimatyczne. Dzięki zastosowaniu nowych, naukowych metod przeobrażania roślin, prace te zostały uwieńczone powodzeniem. W ZSRR wyhodowano pszenicę gałęzistą zdolną do wydawania w odpowiednich warunkach uprawy 100 q/ha ziarna, podniesiono o $\frac{1}{3}$ zawartość włókna w lnie i w podobny sposób przeobrażono szereg innych roślin uprawianych już i uszlachetnianych przez ludzi od tysięcy lat. Uczeni w krajach kapitalistycznych twierdzili, że takich roślin nie można już więcej uszlachetnić, dlatego, że osiągnęły one szczyt swego rozwoju. Podobnie twierdzili oni, że nie można zmienić

wymagań roślin w stosunku do klimatu, ani też w ciągu niewielu pokoleń przeobrazić roślin dzikich tak, aby dawały plony nie mniejsze od podobnych roślin uprawnych. Nauka radziecka zaprzeczyła tym twierdzeniom i wykazała, że człowiek może przystosować naturę rośliny do swoich potrzeb.

Omówimy teraz krótko metody, które doprowadziły uczonych radzieckich do tych osiągnięć. Podstawą tych metod jest wnikliwe badanie praw rozwoju roślin. Na podstawie znajomości tych praw można następnie wpływać na rozwój roślin i przeobrażać je. Twórcą naukowych metod przeobrażania roślin opartych na znajomości praw ich rozwoju jest Iwan Miczurin.

Teoria Miczurina opiera się na tym, że nowe właściwości roślin, nabyte przez nie w ciągu rozwoju mogą się dziedziczyć. Mimo, że cały rozwój świata roślinnego i zwierzęcego jest historią nabywania nowych właściwości i dziedziczenia ich, większość uczonych przed Miczurinem nie uznawała tego. Wielką zasługą Miczurina leży w tym, że wysunął to twierdzenie, udowodnił je i oparł na nim całą swoją pracę. Osiągnięte przez niego rezultaty są najlepszymi dowodami słuszności twierdzenia o tym, że cechy nabyte przez rośliny w ciągu rozwoju mogą się dziedziczyć.

Wytrwałą, wieloletnią pracą, Miczurin stworzył ponad trzysta odmian drzew i krzewów owocowych, o zupełnie nowych właściwościach, jakich nie miały poprzednio żadne inne odmiany dzikie czy uprawne. Właściwości te polegają na tym, że odmiany miczurinowskie łączą wielkość, barwę, smak, zapach i zdolność do przechowywania się właściwą szlachetnym odmianom południowym z zimoodpornością, umożliwiającą uprawę ich w surowych warunkach w środkowej części ZSRR, gdzie przedtem rosły tylko dzikie i półdzikie jabłonie, grusze i wiśnie, rodzące cierpkie, drobne i nietrwałe owoce. Miczurin przeobrażał również brzoskwinie, morele, winogrona, a więc takie delikatne drzewa owocowe, które nawet u nas nie bardzo się udają, w ten sposób, że rosną one w środkowej części ZSRR.

Jabłonie wyhodowane przez niego rosą nawet na Syberii, gdzie uprawę jakichkolwiek drzew owocowych uważano w ogóle za niemożliwą.

Przez krzyżowanie roślin z różnych gatunków, co również uważano dawniej za niemożliwe, Miczurin otrzymał zupełnie nowe gatunki nieznanne przedtem w przyrodzie, jak np. krzyżówka jabłoni z gruszą, tarniny ze śliwą, brzoskwini ze śliwą, wiśni z czeremchą, gruszy z jarzębiną, maliny z truskawką. Podstawowymi metodami pracy Miczurina było krzyżowanie roślin odległych gatunków i wychowanie roślin. Wiemy już na czym polega krzyżowanie. Z pręcików jednej rośliny zbiera się pyłek i przenosi się go na znamię słupka innej rośliny. Tu ziarna pyłku kiełkują, wrastają w głąb słupka i zapładniają zalążek. Po zapłodnieniu zaczyna się rozwijać z zalążka nasienie, a z zalążni owoc. Gdy skrzyżowano rośliny różnych gatunków, wówczas z nasienia wyrasta roślina, łącząca właściwości obu tych gatunków. Miczurin, jak powiedzieliśmy, używał do krzyżowania gatunków odległych, pochodzących z różnych miejsc i niezbyt blisko spokrewnionych ze sobą. Do krzyżowania nie używał odmian miejscowych. Dlaczego? Wyjaśnimy to na przykładzie otrzymania gruszy Bera Zimowa Miczurina.

Dla otrzymania deserowej gruszy, która by mogła rósć w Rosji środkowej, skrzyżował Miczurin znakomitą francuską odmianę gruszy, Bera Królewska z dziką gruszą pochodzącą ze wschodniej Syberii. Dlaczego sprowadził on tę dziczkę aż z tak daleka? Czy w Kozłowie (dziś Miczurińsk) gdzie prowadził swe prace Miczurin nie było dzikich gruszy odpornych na mróz? Były, i były doskonale przystosowane do miejscowych warunków, ale właśnie dlatego Miczurin nie użył żadnej z nich do krzyżowania z gruszą francuską. Zauważył on bowiem, że gdy skrzyżuje się odmianę miejscową z obcą to potomstwo „wda się” w miejscową, bo skłonności jej silniej będą się mogły przejawiać w normalnych dla niej warunkach, niż skłonności odmiany obcej. W ten sposób krzyżówka nie mogłaby też odziedziczyć

po szlachetnej odmianie smaku i wielkości owoców. Gdy zaś Miczurin użył do skrzyżowania z gruszą francuską gruszy syberyjskiej, to cechy obojga rodziców przejawiały się w jednakowym stopniu, bo i we wschodniej Syberii warunki rozwoju roślin są inne niż w Rosji środkowej. Dlatego też wśród krzyżówek udało mu się znaleźć zimoodporną gruszę, której owoce nie ustępują owocom odmian południowych.

Miczurin nie czekał, aż przypadkiem z którejś z licznych krzyżówek wyrosnie drzewko o pożądanym cechach. On sam pomagał takiemu drzewku w rozwoju, on je wychowywał.

Od dawna wśród praktyków sadowników panowało przekonanie, że zraz szlachetnej odmiany, zaszczerpiony na dziczcze, nie poddaje się zupełnie wpływowi podkładki (dziejki) i zachowuje w zupełności swoje cechy odmiany szlachetnej. Miczurin rozumiał, że to przekonanie nie we wszystkich wypadkach jest słuszne. Rośliny, tak jak ludzi można wychowywać tylko w młodym wieku. Miczurin więc zaczął wychowywać młode drzewka. Brał on zrazy nie ze starych, dawno owocujących drzew lecz z siewek, a więc z drzewek znacznie młodszych od dziejeków, na których zrazy szczepił. Przy tym sposobie szczepienia przejawiał się wyraźny wpływ starszego dziejki na młodziutki zraz. Zraz upodabniał się do podkładki. Przykładem może być szczepienie wykonane przez Miczurina, dzięki któremu wytworzył on nową odmianę — Renetę Bergamotową. Miczurin zaszczerpił w koronę mocnego, trzyletniego dziejki gruszy - Bergamota, oczka siewki jabłoni Antonówka Sześćsetgramowa.

Na gałęziach, które wyrosły z tego oczka, rozwinęły się jabłka z kształtu przypominające gruszki. Miały one gruby ogonek, umieszczony nie w zagłębieniu jak ogonek jabłka, lecz na wyraźnej wypukłości. Tak więc gałęzie rozwinięte z oczka jabłoni przejęły cechy podkładki - gruszy.

Na podstawie licznych udanych doświadczeń wychowania roślin Miczurin ustalił ogólne zasady ich wychowania, które można stosować przy hodowli tj. wyprowadzaniu nowych od-

mian wszelkich roślin, choć Miczurin opisał je tylko w odniesieniu do drzew owocowych.

Poza tym stosował Miczurin cały szereg innych, nowych i ciekawych metod. Podstawą jego prac były jednak dwie zasady:

1) Krzyżowanie roślin, szczególnie odmian mało spokrewnionych i pochodzących z daleka.

2) Wychowanie krzyżówek w młodym wieku, w początkowym okresie rozwoju.

Dowodem celowości metod Miczurina jest szerokie rozpowszechnienie wyhodowanych przez niego odmian. Jego jabłonie, grusze, śliwy, maliny i inne okazały się najlepszymi odmianami dla dziesiątków obwodów ZSRR. Zimotrwałość odmian miczurinowskich jest wyjątkowa. W 1940 r. przetrwały one prawie bez uszkodzenia zimę, w której wymarzały dęby. Miczurin nie tylko przesunął o tysiące kilometrów na północ szeregi odmian południowych, ale stworzył też zupełnie nowe drzewa owocowe, dla północnej Syberii i Uralu, gdzie nie mogą rósć żadne znane dotychczas gatunki drzew owocowych. Takim drzewem jest np. krzyżówka jarzębiny i głogu o owocach wielkości wiśni, zwana jarzębiną granatową.

Dla ułatwienia zbioru wiśni wyhodował Miczurin odmianę, której owoce dojrzewają na całym drzewie jednocześnie co umożliwia dokonanie zbioru za jednym razem. Takich drzew wymagały ogromne sady, które zaczęto zakładać w kolchozach i sowchozach. Dla leśnych pasów ochronnych wyhodował Miczurin odmiany śliw, wiśni, porzeczek i szlachetnej czeremchy, łączące dobrą jakość owoców z odpornością na surowe warunki rozwoju drzew w tych pasach.

Dla przemysłu konserwowego Miczurin wyhodował jabłonie o owocach z jaskrawoczerwonym miąższem. Gdy rosa mączna agrestu zagroziła całkowitym zniszczeniem tej uprawy, Miczurin potrafił wyhodować odporną odmianę agrestu. W ten sposób rozwiązał on zadanie, wobec którego bezsilni byli liczni hodowcy europejscy.

Z tych przykładów widzimy, że Miczurin dążąc do rozwiązania zasadniczego zadania swego życia jakim było przesunięcie na północ szlachetnych odmian drzew owocowych, tworzył nowe zasady naukowe i ustalał nowe metody. Stworzone przez Miczurina metody wychowania roślin rozwinął Łysenko na podstawie swoich badań nad różnymi wymaganiami roślin w różnych okresach rozwoju, których zaspokojenie umożliwiła wytworzenie przez roślinę nasienia. Jak już wiemy, roślina musi najpierw znaleźć się przez pewien okres w określonej temperaturze (długość okresu i wysokość temperatury zależą od tego, do jakiego środowiska przystosowała się roślina), a później musi zostać poddana naświetleniu, względnie zaciemnieniu, przez określoną ilość godzin (okres ten zależy od tego, jak długi jest dzień w kraju ojczystym danej rośliny w okresie jej rozwoju). W czasie tego działania temperatury i światła zachodzą w roślinie zmiany, które umożliwiają jej rozwój pędów nasiennych, kwiatów i nasienia. Zmiany te nazywamy stadiami rozwoju. Mamy więc najpierw stadium jarowizacji tj. przemianę zachodzącą pod wpływem określonej temperatury, a po jej zakończeniu stadium świetlne, tj. przemianę zachodzącą pod wpływem światła. Działając odpowiednio na roślinę w stadium jarowizacji, Łysenko przeobraża ozime rośliny w jare i na odwrót. W jaki sposób? Gdy chce on, np. przeobrazić ozimą odmianę pszenicy, która normalnie jarowizuje się w ciągu 40 dni, w temperaturze 0—2° w odmianę jarą, umieszcza ją najpierw w temperaturze wymaganej przez nią, a na kilka dni przed końcem jarowizacji przenosi ją do temperatury podwyższonej, takiej jakiej wymagają jare odmiany pszenicy. Jarowizacja przeciąga się, roślina się męczy, jak mówi Łysenko, w końcu jednak kończy jarowizację w podwyższonej temperaturze. Potomstwo jej przechodzi jarowizację w podwyższonej temperaturze już prędzej i łatwiej, a trzecie pokolenie wysiane na wiosnę rozwija się normalnie jak pszenica jara. Podobnie przeobraża Łysenko jare odmiany

w ozime, wytwarzając w nich potrzebę jarowizacji w niższych temperaturach.

Jakie jest praktyczne znaczenie tych prac? Dzięki pracom nad przeobrażaniem ozimych roślin w jare, Łysenko zdobył szereg osiągnięć praktycznych. Przede wszystkim przekonał się on, że odmiany ozime, otrzymane z jarych są często znacznie odporniejsze na mrozy niż stare odmiany ozime. Dzięki temu odmiany pszenicy wyhodowane tą metodą przez Łysenka można siać z powodzeniem w okolicach, w których dotychczasowe odmiany były zagrożone wymarzeniem. Dzięki pracom tym udało się wyhodować ozimy owies, jak również odmianę bawełny, która rośnie i wydaje nasienie na Ukrainie. Tę odmianę bawełny można by również uprawiać u nas. Wreszcie przy zastosowaniu tej metody Łysenko dąży do wyhodowania wieloletniej pszenicy. Są mianowicie takie odmiany pszenicy, które odbijają po skoszeniu na ziarno. Pędy ich mają jednak charakter pędów jarych, tj. rozwijają się od razu jesienią i oczywiście wymarzają. Gdy uda się wytworzyć w nich cechę ozimowości, tj. wymaganie przez nie niskich temperatur do zjarowizowania się — będziemy mieli pszenicę wieloletnią.

Nauka rolnicza próbowała od dawna wyjaśnić przyczyny wyradzania się ziemniaka w ciepłym i suchym klimacie. Przy wysadzaniu bulw ziemniaczanych wiosną szybko ztracały one swe właściwości odmianowe i zmniejszały się z pokolenia na pokolenie tak, że sadzeniaki trzeba było sprowadzać z miejscowości o klimacie chłodniejszym.

Łysenko zalecił sadzenie ziemniaków w lecie, aby rośliny mogły rozwijać się w okresie chłodniejszym i wilgotniejszym — jesienią.

Wyszedł z założenia, że bulwy ziemniaka wyradzają się, ponieważ wysoka temperatura nie odpowiada wymaganiom rozwojowym ziemniaka, pochodzącego z chłodnego klimatu gór Ameryki Południowej.

I rzeczywiście, sposób ten rozwiązał sprawę wyradzania się ziemniaków na południu.

Pokrótkce omówiliśmy rolę dwóch radzieckich uczonych w pracach nad przeobrażeniem roślin i ich dostosowaniem do potrzeb ludzkich. W pracach tych biorą udział w ZSRR setki tysięcy rolników w gospodarstwach kołchozów oraz kółka doświadczalne w chatach — laboratoriach na wsi. Dlatego też prace te cechuje wielki rozmach i wielkie też są osiągnięte wyniki.

Jest to właśnie swoiste tylko rolnictwu zorganizowanemu na zasadach pracy zespołowej, socjalistycznej.

I u nas przebudowa i uspołdzielczenie rolnictwa pozwoli w coraz większej mierze przekształcać rośliny dla rosnących potrzeb naszej gospodarki.

Za nami powolna, tysiącletnia praca naszych przodków nad hodowlą roślin uprawnych.

Przed nami świadoma, twórcza praca uspołecznionego rolnictwa nad zwiększeniem plonów naszych pól i ogrodów.

SPIS RZECZY

	Str.
Wstęp	3
Czynności podziemnych organów rośliny	5
Korzenie i włósniki korzeniowe	5
Pobieranie przez roślinę pokarmów z gleby	8
Światło słoneczne w życiu rośliny	16
Roślina fabryką ciał organicznych	16
Zielone liście rośliny jako łowcy energii słonecznej	21
Ciepło w życiu rośliny	28
Procesy życiowe źródłem ciepła	28
Oddychanie rośliny źródłem ciepła wewnętrznego	30
Słońce źródłem ciepła niezbędnego dla rośliny	33
Woda w życiu rośliny	40
Rola wody w żywieniu roślin	40
Gospodarka wodna rośliny	44
Mineralne żywienie roślin	46
Życie roślin cudzożywnych	50
Rośliny pasożytnicze i roztocze	50
Rozmnażanie roślin	59
Narodziny rośliny	59
Rozwój płciowy rośliny	64
Kwiat jako organ rozmnażania rośliny	70
Rola owadów i wiatru przy zapyłaniu kwiatów	78
Wędrowniki nasion	85
Człowiek przeobraża rośliny	92