

ADAM MARKOWSKI

FIZJOLOGIA ROŚLIN W SZWECJI

Obserwowane w ostatnich latach pewne ożywienie naszych kontaktów naukowych ze Szwecją utrudnia często brak dokładniejszych informacji dotyczących zarówno rozmieszczenia ośrodków naukowych jak i kierunków prac badawczych przez nie reprezentowanych. Dotyczy to specjalnie fizjologii roślin dysponującej samodzielnymi instytutami wyodrębnionymi, podobnie jak u nas, stosunkowo niedawno z instytutów i zakładów botaniki.

Podane w tym przeglądzie informacje oparałem bądź to na obserwacjach zebranych bezpośrednio w czasie podróży naukowej do Szwecji w 1958 r., bądź też na literaturze zebranej w czasie tej podróży. Szczególnie pomocną przy ustalaniu historii rozwoju fizjologii roślin w Szwecji okazała się rozprawa Börje Åberga (Short Notes on the History of Plant Physiology in Sweden) opublikowana na siedemnastym Międzynarodowym Kongresie Botanicznym w Sztokholmie w 1950 r.

Ośrodkami pracy badawczej fizjologii roślin w Szwecji są przede wszystkim uniwersytety w Lund, Upsali, Sztokholmie oraz Wyższa Szkoła Rolnicza w Ultunie pod Upsalą. Posiadają one samodzielne instytuty fizjologii roślin, dysponujące licznymi laboratoriami i skupiające najwybitniejszych specjalistów z tej dziedziny. Łącząc pracę dydaktyczną z pracą naukową kształcą licznych pracowników naukowych, którzy bądź to uzupełniają kadry fizjologów na danej uczelni, bądź też przechodzą do innych zakładów naukowych zatrudniających również fizjologów jak np. Instytut Hodowli Roślin w Svalöf, Instytut Uprawy Roli i Ogrodnictwa w Alnarp, Zakład Ochrony Roślin Bergshamra w Sztokholmie, Instytut Badawczy w Nynäshamn i inne. Ścisły związek z fizjologią roślin mają również instytuty biochemii na uniwersytetach w Lund, w Upsali i w Sztokholmie.

FIZJOLOGIA ROŚLIN W OŚRODKACH UNIWERSYTECKICH

1. Uniwersytet w Lund

Instytut Fizjologii Roślin powstał na uniwersytecie w Lund w 1896 r.; pierwszym jego kierownikiem został Bengt Jönsson (1849—1911). Studia z zakresu fizjologii roślin odbył on w pracowni Francka w Niemczech, gdzie

rozpoczął prace badawcze, które umożliwiły mu później wykrycie zjawiska reotropizmu roślin. W dalszych pracach zajmował się procesami przemiany materii u niższych roślin jak oddychaniem, asymilacją i przemianą związków tłuszczowych u mchów, fotosyntezą glonów oraz fizjologią kiełkowania.

Katedrę fizjologii roślin po Jönssonie objął Bengt Lidforss (1868—1913). Zajmował się on początkowo biologią zapylania, chemotropizmem pyłku oraz chemotaksją spermatozoidów paproci i mchów. Badał również wpływ temperatury na geotropizm oraz odporność roślin na działanie niskich temperatur. Wykrył on związek pomiędzy nagromadzeniem się zapasów cukru w tkankach roślin a ich hartowaniem na mróz. Zagadnienie to zostało później szerzej opracowane przez ucznia Lidforssa Åke Åkermana.

Następcą Lidforssa został Herman Nilsson-Ehle (1873—1949), który początkowo zajmował się wpływem promieniowania podczerwonego na cechy anatomiczne roślin, biologią roślin bagiennych oraz ruchami komórek szparkowych. Głównie jednak poświęcił się pracom z zakresu genetyki i po utworzeniu katedry genetyki na uniwersytecie w Lund w 1917 r. został jej kierownikiem.

Kierownictwo Instytutu Fizjologii Roślin objął w 1920 r. Harald Kylin (1879—1949). Poprzednio w czasie rocznego pobytu w instytucie Pfeffera w Niemczech zajmował się on enzymatyką grzybów. Głównie jednak interesowała go fizjologia glonów, u których badał oddychanie, fotosyntezę, barwiki, odporność na mróz w zależności od składu biochemicznego, koncentrację jonów wodorowych, ciśnienie osmotyczne w komórkach oraz wpływ różnych substancji wzrostowych. Pod kierunkiem profesora Kylina pracowało wielu młodszych fizjologów. Docent Georg Borgström (ur. 1912) badał działanie auksyn i etylenu na rośliny wyższe a następnie zajął się problemem gromadzenia materiałów zapasowych oraz zagadnieniami technologicznymi związanymi z kierunkiem badań Instytutu w Nynäshamn, a następnie Instytutu dla Badań Konserwowania Żywności (Svenska Institutet för Konserveringsforskning) w Göteborgu, gdzie od 1948 r. pełni funkcje dyrektora. Docent Tore Levring (ur. 1913) zajmował się zagadnieniem ekologii glonów morskich i prowadził badania nad fotosyntezą na różnych głębokościach zbiorników wodnych. Od 1942 r. pełni on funkcje lektora (wykładowcy) fizjologii roślin w Göteborgu. Docent Sven Algeus (ur. 1914) badał różne zagadnienia odżywiania się glonów, a specjalnie deaminację aminokwasów stosowanych w pożywce jako źródło azotu.

Od 1944 r. kierownikiem Instytutu Fizjologii Roślin w Lund został Hans Burström (ur. 1906). Początkowo pracował on z profesorem Lundegårdhem nad mechanizmem absorpcji soli mineralnych oraz antagonizmem w absorpcji kationów. Zajmował się również zagadnieniem absorpcji jonów azotowych i stwierdził, że redukcja azotanów w korzeniach pszenicy katalizowana jest przez magnez podczas gdy zbliżony proces w zielonych liściach uzależniony

jest od światła i łączy się z procesem fotosyntezy. Śledzenie mechanizmu wzrostu komórek izolowanych korzeni zbliżyło go do problemu działania substancji wzrostowych i na tym zagadnieniu skoncentrował swe dalsze zainteresowania. Badał on wpływ heteroauksyn, kwasu izomasłowego, fenoksypropionowego, pochodnych naftalenu, pochodnych kumaryny oraz wpływ wapnia na wzrost korzeni. Studiował właściwości zmian błon komórkowych oraz stosunków osmotycznych w komórkach i ich wzrost wydłużeniowy w zależności od różnych koncentracji i współdziałania wymienionych substancji. Ostatnie prace Burströma dotyczą podstawowego zagadnienia związanego z mechanizmem wzrostu wydłużeniowego interpretowanego w różny sposób przez różnych autorów. Zasadnicze pytanie polega tu na tym czy wydłużanie komórek spowodowane jest zwiększeniem pobierania wody pod wpływem zmiany właściwości osmotycznych komórek, czy też spowodowane jest czynnikami nie osmotycznymi bezpośrednio związanymi z przemianą materii, a dopiero przez nią wpływającymi na pobieranie wody. Oba rodzaje interpretacji inaczej określają rolę substancji stymulujących i hamujących procesy wzrostowe. Burström skłania się do drugiej interpretacji twierdząc, że elastyczne wydłużanie polega tylko na odkładaniu substancji tworzących nowe ściany komórkowe. Uważa wzrost za niezależny od pobierania wody, gdyż w jego doświadczeniach zmiana pobierania wody pod wpływem roztworów hypo- i izotonicznych o różnej koncentracji nie miała wpływu na końcową długość komórek. Opierając się częściowo na własnych doświadczeniach, częściowo na założeniach hipotetycznych Burström wyróżnia dwie fazy wzrostu. W pierwszej fazie, która może zachodzić aż do stanu izotonii, wzrost polega na plastycznym rozciąganiu błon, w drugiej fazie następuje odkładanie substancji tworzących nowe ściany komórkowe (intususpencja). W pierwszej fazie zachodzą tylko procesy przygotowawcze, druga faza jest odpowiednikiem okresu «wielkiego wzrostu». W doświadczeniach swych na korzeniach pszenicy wykazał działanie auksyn i kumaryny w pierwszej fazie oraz działanie wapnia w drugiej fazie wzrostu. W dalszych pracach Burström wspólnie z Franssonem zaobserwowali, że nasycone wodą segmenty korzenia pszenicy (w których przepuszczalność plazmy nie może być czynnikiem ograniczającym wzrost) po 20 godzinnym wzroście tak samo reagowały na różne koncentracje kwasu 3-indolylooctowego jak segmenty o deficycie wody (około 40%), w których zmiany przepuszczalności mogłyby silnie oddziaływać na wzrost. Na tej podstawie Burström potwierdza swoje poprzednie przypuszczenie, że pobieranie wody nie jest przyczyną wydłużania się komórek, a zmiana przepuszczalności jest czynnikiem wtórnym bez znaczenia dla wzrostu¹.

¹) Ze stanowiskiem Burströma nie zgadza się wielu fizjologów m. i. Pohl, który uważa, że wydłużanie się ścian komórkowych jest następstwem pobierania wody, a nie jego przyczyną. Wydłużanie jest regulowane osmozą, a auksyny wpływają początkowo na zwiększenie przepuszczalności plazmy, później na zwiększenie siły ssącej komórki.

W Zakładzie Fizjologii Roślin w Lund pracuje kilku samodzielnych i pomocniczych pracowników naukowych. Artur Almestrand (ur. 1920) oraz Pär Fransson zajmują się również zagadnieniami wzrostu i wpływem różnych substancji na ten proces. Bertil Hylmö pracuje nad zagadnieniem transpiracji i adsorpcji jonów. Per Halldal pracuje nad metodyką obserwacji w mikroskopie elektronowym oraz syntezą barwników roślinnych w zależności od natężenia czynników zewnętrznych, temperatury i światła. Anders Kylin pracuje nad pobieraniem, metabolizmem i transportem siarczanów u pszenicy.

2. Uniwersytet w Upsali

Nadany jeszcze przez Karola Linneusza tradycyjny morfologiczno-systematyczny kierunek badań botanicznych oraz brak odpowiednich laboratoriów był przyczyną stosunkowo późnego rozwoju Instytutu Fizjologii Roślin na uniwersytecie w Upsali. Dzięki staraniom profesora Elias Melina (ur. 1889) w 1940 r. wybudowano Instytut Fizjologii Roślin dysponujący nowoczesnymi pracowniami i laboratoriami. Od tego czasu datuje się w Upsali rozwój prac fizjologicznych wykonywanych przez licznych pracowników naukowych pod kierunkiem prof. Melina.

Prof. Melin zajmował się przede wszystkim ekologią i fizjologią mikroorganizmów, a w szczególności grzybów. Początkowo pracował nad ekologią roślinności bagiennej, następnie nad ektotroficzną mykoryzą drzew leśnych. Wyizolował i zidentyfikował szereg grzybów mykoryzy i przeprowadził pierwsze syntetyz ektotroficznych mykoryz. Prowadził również badania nad wpływem substancji wzrostowych na grzyby oraz wydzielinami organizmów rodziny *Torulopsidaceae* działającymi jako inhibitory wzrostu. Badania te miały związek z określeniem i znaczeniem antybiotyków stanowiących tematykę jego ostatnich prac. Następcą prof. Melina jest obecnie jego uczeń Nils Fries (ur. 1912). Zajmuje się on również głównie mykologią. Początkowo pracował nad substancjami wzrostowymi u grzybów, następnie badał spontaniczne i indukowane mutacje u grzybów i ich wpływ na biosyntezę pochodnych puryny w kwasach nukleinowych. Zajmował się również mykoryzą słonorośli oraz wzrostem mchów w jałowych kulturach.

Auseklis Vegis (ur. 1903), emigrant łotewski, prowadzi obszerne studia nad warunkami okresu spoczynku u roślin. Badał on wpływ wysokich oraz okresowo zmiennych temperatur na rozwój pączków śpiących u *Hydrocharis* i *Stratiotes aloides*. W ostatnich pracach regulując temperaturę i długość dnia otrzymywał rozwój pączków śpiących u *Hydrocharis* w różnych porach roku.

H. Rufelt zajmował się zagadnieniem geotropizmu u owsa. Gösta Lin-

deberg (ur. 1911) badała fizjologię wzrostu grzybów rozkładających ligninę w glebie oraz rolę oksydaz polifenolowych w przemianie materii tych grzybów. V. Slankis (ur. 1907) badał czynniki wzrostu izolowanych korzeni sosny w warunkach aseptycznych. Fizjologią grzybów oraz mykoryzą zajmowali się również inni współpracownicy prof. Melina: Birgitta (Nyman-)Norkrans (ur. 1916), Daniel Lihnell (ur. 1907) obecnie pracujący nad zagadnieniami patologicznymi w Instytucie Ochrony Roślin, Erik Björkman (ur. 1912) obecnie profesor botaniki w Wyższej Szkole Leśnej oraz Oskar Modess (ur. 1907).

3. Uniwersytet i instytuty badawcze w Sztokholmie

Na uniwersytecie w Sztokholmie założonym w 1878 r. początkowo nie było oddzielnych zakładów fizjologii roślin, a prace z tego zakresu prowadzono w obrębie instytutów botaniki, badawczych instytutów leśnych oraz na stacjach ekologicznych.

John E. F. Af Klercker (1866—1930) po studiach pod kierunkiem Pfeffera w Niemczech, dotyczących lokalizacji garbników w komórkach, zajmował się ruchami roślin, a w szczególności reakcją termotropiczną oraz analizą matematyczną tego procesu.

Henryk Hesselman (1874—1943) profesor w Instytucie Badawczym Leśnictwa, prowadził obszerne studia nad ekologią zespołów leśnych, w których badał między innymi intensywność fotosyntezy w zmiennych warunkach naturalnych, zależność między budową anatomiczną liścia a intensywnością oddychania i transpiracji, zależność między budową systemu korzeniowego a zawartością tlenu w glebie oraz procesy nityfikacji. Prace fizjologiczno-ekologiczne związane z leśnictwem prowadził również Lars-Gunnar Romell (ur. 1891) pracujący głównie w Instytucie Badawczym Leśnictwa. Zajmował się on mykoryzą oraz badał przenikanie dwutlenku węgla do chloroplastów, zawartość tego gazu w stanowiskach leśnych oraz rolę mikroorganizmów w szczególności bakterii azotowych w glebie leśnej. W Instytucie Badań Leśnych pracuje również Erik Rennerfelt (ur. w 1906 r.) zajmujący się głównie fizjologią wzrostu grzybów leśnych, ich wzajemnym oddziaływaniem na siebie oraz wpływem różnych substancji impregnujących na ich wzrost.

W 1942 r. profesorem botaniki, fizjologii i anatomii roślin na uniwersytecie sztokholmskim został M. Gottfrid Stålfelt (ur. 1891) zaliczany obok prof. Lundegårdha do czołowych fizjologów w Szwecji. Pierwsze prace Stålfelta dotyczą morfozy wierzchołków korzeni pod wpływem czynników mechanicznych oraz okresowości i zależności podziału komórek od różnych czynników zewnętrznych. Głównie jego prace dotyczyły jednak zagadnień ekologiczno-fizjologicznych, które opracowywał częściowo na Stacji Ekolo-

gicznej Hallands Väderö, początkowo wspólnie z profesorem Lundegårdhem, a następnie samodzielnie po przejściu prof. Lundegårdha do Instytutu w Ultunie. Stålfelt przeprowadził obszerne studia nad ekologią fotosyntezy określając wpływ różnych czynników na jej intensywność. Badał on wpływ temperatury na względne i bezwzględne (tj. uwzględniające poprawkę na oddychanie) natężenie fotosyntezy oraz oznaczył u roślin niższych w szerokich granicach od 0° do 38°C współczynniki termiczne (Q_{10}) fotosyntezy. Wykazał, że w wyższych temperaturach natężenie fotosyntezy jest również funkcją czasu. Studiował punkt kompensacyjny fotosyntezy tj. stan, w którym brak przyrostu masy wywołany jest równowagą procesów syntezy i rozkładu i wykazał zależność tego punktu od natężenia i czasu działania światła oraz temperatury. Badał również wpływ zawartości wody w tkankach na fotosyntezę mchów. W wymienionych pracach głównym obiektem badań były rośliny niższe, mchy i porosty. Głównym jednak osiągnięciem Stålfelta były prace nad mechanizmem i znaczeniem ruchu szparek zarówno w procesie fotosyntezy jak i transpiracji. Przeprowadził on między innymi porównanie transpiracji kutikularnej i szparkowej oraz porównanie parowania liści z parowaniem swobodnych powierzchni wodnych oraz sztucznych ewaporymetrów. Opracował mikroskopową metodę pomiarów rozwarcia szparek i przy jej pomocy badał wpływ rozwarcia szparek na transpirację, wpływ światła na rozwarcie szparek oraz czynne i bierne ruchy szparek. W ostatnich pracach Stålfelt zwrócił uwagę na wpływ czynników plazmatycznych, szczególnie lepkości plazmy, na ruchy szparkowe i zależne od nich procesy fotosyntezy i oddychania. Zagadnieniem tym zajmował się również pod jego kierunkiem H. I. Virgin, który obecnie pracuje na stanowisku laboratora¹⁾ w Ultunie. Prof. Stålfelt przechodzi w najbliższym czasie na emeryturę i o stanowisko po nim ubiega się wspomniany H. Virgin oraz drugi wybitny botanik sztokholmski Torsten Hemberg (ur. 1915). Jest on obecnie kierownikiem Zakładu Botaniki Farmaceutycznej i uważany jest (obok prof. Burströma z Lund i Aberga z Ultuny) za trzeciego wybitnego badacza substancji wzrostowych i ich wpływu na rozwój i wzrost organów. Do pracy nad tym zagadnieniem przygotowywał się Hemberg zarówno w pracowni prof. Stålfelta jak i prof. Boysen-Jensena w Kopenhadze. W najważniejszych swych pracach Hemberg próbował określić fizjologiczne znaczenie przechodzenia wolnych auksyn w formy związane oraz proces odwrotny. Doprowadziło go to do hipotezy wyjaśniającej przyczynę okresu spoczynku u ziemniaków w czasie ich przechowywania w jesieni i w zimie. W innych pracach w oparciu o podobne obserwacje starał się wyjaśnić szybkie korzenienie się siewek *Phaseolus*

¹⁾ W Szwecji stanowisko «laboratora» jest etatowym stanowiskiem samodzielnego pracownika nauki i odpowiada tytułowi naszego «docenta». Stanowisko «docenta» w Szwecji nie jest związane z etatem, a tytuł ten uzyskuje się na czas wykonywania samodzielnej pracy naukowej w danym zakładzie.

vulgaris oraz badał rolę witamin H, K oraz auksyn w tym procesie. Zajmował się również bilansem wolnych i związanych auksyn w czasie kiełkowania kukurydzy. W badaniach działania różnych frakcji naturalnych substancji wzrostowych stosuje Hemberg chromatograficzną metodę ich rozdziału oraz biologiczne testy oznaczania aktywności eluentów uzyskiwanych z różnych wycinków chromatogramu.

4. Wyższa Szkoła Rolnicza w Ultunie

Pierwszym kierownikiem Instytutu Fizjologii Roślin W. S. R. w Ultunie został Henrik Lundegårdh (ur. 1888). Należy on do czołowych fizjologów szwedzkich, jest autorem kilkudziesięciu prac drukowanych w czasopiśmie szwedzkich, niemieckich, amerykańskich, nie licząc dużej liczby prac wykonanych przez jego uczniów i współpracowników z różnych stron świata. W latach 1916—1926 pracował Lundegårdh na uniwersytecie w Lund nad geotropizmem kiełków i fototropizmem. W tym czasie kierował Stacją Ekologiczną na Hallands Väderö (mała wyspa na półn.-zach. wybrzeżu Skåne), gdzie prowadził szeroko zakrojone badania nad fotosyntezą. Opracował nowe polowe metody pomiarów fotosyntezy i zmiennych czynników zewnętrznych. Pomiary te dotyczyły natężenia światła, temperatury, koncentracji CO₂ oraz wpływu tych czynników na fotosyntezę roślin dzikich, uprawnych i drzew leśnych. W 1926 r. Lundegårdh został dyrektorem Centralnej Stacji Rolniczej koło Sztokholmu, w której zorganizował laboratorium fizjologiczne. Zostało ono przeniesione do Instytutu Fizjologii w Ultunie koło Upsali po utworzeniu tam w 1937 r. Wyższej Szkoły Rolniczej. W okresie tym tj. od 1926 r. prowadził w dalszym ciągu prace nad fotosyntezą, w szczególności nad określeniem jej optimum termicznego u różnych gatunków i odmian roślin. Udoskonalił przy tym metodę określania intensywności fotosyntezy przystosowując ją do badania asymilacji w różnych warunkach geograficznych. Prowadził prace badawcze dotyczące zależności między fotosyntezą a odżywianiem mineralnym. W pracach nad fizjologią pobierania i użytkowywania soli mineralnych zastosował Lundegårdh w 1926 r. po raz pierwszy metodę analizy spektralnej do badania materiału roślinnego i gleby. Metoda ta wzbudziła duże zainteresowanie biologów i chemików, a w pracowni Lundegårdha służyła do rozszerzenia prac nad gospodarką mineralną. Ułatwiła ona bowiem wykrywanie kationów i łącznie z innymi mikrometodami chemicznymi wykrywania azotanów, fosforanów, umożliwiła prace nad pobieraniem soli mineralnych z gleby, antagonizmem jonów, przemieszczaniem soli mineralnych w tkankach oraz zależnością między oddychaniem a akumulacją jonów. Dalszym osiągnięciem Lundegårdha było opracowanie metody tzw. potrójnej analizy tj. specjalnej analizy liści jako wskaźnika

urodzajności i nawożenia gleby. Do dalszych prac prowadzonych przez Lundegårdha lub pod jego kierunkiem należą badania mechanizmu parcia korzeniowego, zjawisk bioelektrycznych na powierzchni korzeni, wydzielin korzeniowych i ich wpływu na inne rośliny oraz działania substancji wzrostowych w zależności od zmiennych warunków światła i nawożenia. W pracowni prof. Lundegårdha studiowało wielu naukowców szwedzkich i zagranicznych m. i. Polacy K. Boratyński i M. Korczewski. Obecnie prof. Lundegårdh przeszedł już na emeryturę i pracuje nadal w swoim prywatnym laboratorium. Wielu jego uczniów i współpracowników zajmuje samodzielne stanowiska naukowe jak prof. Burström w Lund oraz prof. Aberg, bezpośredni następca prof. Lundegårdha w Instytucie Fizjologii Roślin w Ultunie.

Börje Åberg (ur. 1911) pracował początkowo nad morfologią roślin wodnych, następnie studiował fizjologię i ekologię morfogenezy roślin. Przy pomocy szeregu eksperymentów badał on wpływ składu spektralnego i zmiennego natężenia światła w różnych warunkach termicznych na pokrój morfologiczny kilku roślin uprawnych. W obszernym studium stanowiącym jego pracę doktorską przeprowadzoną na uniwersytecie w Upsali przeanalizował fotomorfozę uwzględniając korelatywne współdziałanie czynników zewnętrznych oraz wpływ substancji wzrostowych. W innej pracy zajmował się mechanizmem toksycznego działania chloranów na wzrost pszenicy. Główne zainteresowania Åberga dotyczą wpływu substancji wzrostowych na roślinę, w szczególności na tempo przyrostu systemu korzeniowego pszenicy. Na ten temat opublikował około dwudziestu prac, w tym większość pod ogólnym tytułem «*Studia nad regulatorami wzrostu*», w których zajmował się wpływem różnych pochodnych kwasów propionowego, masłowego i octowego oraz szeregu optycznie aktywnych regulatorów wzrostu o ogólnym wzorze $\text{Ar} \cdot \text{X} \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{COOH}$ (Ar = pierścień aromatyczny, $\text{X} = \text{O}, \text{S}, \text{NH}$ lub CH_2) oraz innych również uprzednio syntetycznie na drodze chemicznej otrzymywanych związków organicznych. Stosując różne koncentracje tych związków badał ich wpływ na wzrost obiektów testowych i na tej podstawie zaliczał je do auksyn, antyauksyn, stymulatorów lub inhibitorów wzrostu, do substancji hamujących względnie wzmacniających działanie auksyn naturalnych. Badania Åberga dotyczą przede wszystkim związku między chemiczną strukturą a aktywnością działania różnych substancji wzrostowych. Jest on autorem hipotezy «konkurencyjnego antagonizmu w działaniu auksyn». Według tej hipotezy działanie auksyn na plazmę polega na tym, że łączą się one (przypuszczalnie na podstawie szeregu wiązań) w swych aktywnych miejscach z receptorem o charakterze białka. Substancje konkurencyjne tj. antyauksyny wiążą się z receptorem białkowym w tym samym miejscu co auksyna, lecz dają zespół niezdolny do zapoczątkowania zwykłych reakcji wzrostowych. Różny wpływ antyauksyn na wzrost pędów i korzeni tłumaczy Åberg tym, że w pędach działają wtedy hamująco na wzrost o ile pędy te

zawierają równocześnie auksyny w ilościach mniejszych od optymalnych dla wzrostu. Natomiast w korzeniach o ile poziom auksyn jest wyższy od optymalnej ilości, antyauksyny niwelując działanie tych nadwyżek powodują przyspieszenie wzrostu. Hipotezy te wynikają z doświadczeń Åberga, w których jako testy wzrostu zastosował korzenie pszenicy i koleoptyle lnu. Typowe auksyny jak kwas 3-indoliloctowy, lub 2,4-dwuchlorofenoksyoctowy bardziej hamowały wzrost korzeni niż substancje, które uznano za typowo hamujące na podstawie testów koleoptyle (np. kwas 2, 3, 5-trójjodobenzoesowy). Według Åberga korzenie użyte jako testy zawierały własny optymalny zapas substancji wzrostowych, dlatego dodatkowy dopływ auksyn hamował wzrost. W innych pracach Åberg wykazał, że w warunkach doświadczalnych przy doprowadzeniu nowych ilości substancji hamujących może w korzeniach nastąpić przyspieszenie wzrostu w wyniku kompensacji działania między naturalnymi auksynami a doprowadzonymi substancjami hamującymi. Obserwowane niejednokrotnie słabsze działanie auksyn doprowadzonych z zewnątrz w porównaniu z działaniem naturalnych auksyn zawartych w korzeniach tłumaczy Åberg możliwością inaktywacji doprowadzonych auksyn przez enzymatyczne systemy oksydaz. Tym tłumaczy małą czułość użytych jako testy korzeni grochu na działanie kwasu 3-indoliloctowego.

W Instytucie Fizjologii Roślin w Ultunie pracuje jeszcze kilku młodszych naukowców posiadających poważny dorobek naukowy. Należy do nich Hemming I. Virgin (ur. 1918). Początkowo pracował on na uniwersytecie sztokholmskim pod kierunkiem prof. Stålfelta nad wpływem składu spektralnego światła na wiskozę plazmy, ruch szparek i transpirację. Badał również w liściach etiolowanych transpirację szparkową indukowaną światłem i określał jej zależność od zawartości chlorofilu. W ostatnich pracach studiował tworzenie się protochlorofilu i chlorofilu w etiolowanych liściach pszenicy po traktowaniu ich zmiennymi warunkami świetlnymi, a w szczególności krótkimi impulsami świetlnymi w czasie okresów ciemności.

Iva Ekdahl (ur. 1914) prowadził fizjologiczne studia porównawcze nad di- i tetraploidalnymi jęczmionami, badał działanie chloranów na wzrost korzeni i włośników korzeniowych pszenicy oraz studiował wzrost i zjawiska osmotyczne w włośnikach korzeniowych.

Göran Stenlid (ur. 1919) pracował początkowo pod kierunkiem prof. Lundegårdha nad wydzielaniem organicznych substancji przez korzenie, studiował również wpływ różnych inhibitorów na oddychanie korzeni i liści. W ostatnich latach badał toksyczne działanie niektórych cukrów i ich pochodnych na oddychanie i absorpcję jonów u pszenicy oraz określał różnice pomiędzy akumulacją chloranów i azotanów w izolowanych korzeniach pszenicy. Przeprowadził również porównanie toksycznego działania niektórych cukrów na wzrost i akumulację chloranów w korzeniach pszenicy.

W innym instytucie Wyższej Szkoły Rolniczej w Ultunie, mianowicie

w Instytucie Genetyki Botanicznej znajduje się urządzenie aklimatyzacyjne tzw. fitotron, który może również zainteresować fizjologa. Urządzenie to składa się z 6 niewielkich komór (o wymiarach $2 \times 1,80 \times 1,25$ m), w których można uzyskać regulowaną na dowolnym poziomie temperaturę w granicach od -15° do $+30^{\circ}$ oraz wymagane warunki wilgoci powietrza i oświetlenia. Warunki te utrzymuje się przy pomocy agregatów chłodniczych i ogrzewających połączonych w jeden system wentylacyjny. Każda komora dysponuje urządzeniem samosterującym utrzymującym warunki klimatyczne na wymaganym poziomie i równocześnie rejestrującym zmiany temperatury i wilgoci. Całość urządzenia bardzo precyzyjna w działaniu była równocześnie bardzo kosztowna (około $\frac{1}{2}$ mil. kor. szw.), przy czym jednak poważną część kosztów pokryła fundacja Rockefellera. Informacje te uzyskałem dzięki uprzejmości Fil. Linc. Cirl Florella, który jako stypendysta tej fundacji prowadzi w fitotronie prace doświadczalne. Umożliwił mi on przestudiowanie konstrukcji fitotyonu oraz pewnych jej wad, których należałoby uniknąć przy planowanej w przyszłości budowie fitotyonu w Polsce.

FIZJOLOGIA ROŚLIN W INNYCH INSTYTUTACH NAUKOWYCH

Poza wymienionymi głównymi ośrodkami fizjologii roślin na wyższych uczelniach w Szwecji, znajdują się w różnych instytutach bądź to pomocnicze pracownie fizjologii roślin bądź też zajmują się tą dyscypliną poszczególni pracownicy naukowci.

1. Instytut Hodowli Roślin w Svalöf. (Sveriges Utsädesförening, Svalöf). Posiada między innymi pracownię biologiczną, w której zatrudnieni są również fizjologowie roślin. Prace w tym kierunku zapoczątkował w 1916 r. Åke Åkerman (1887—1952) uczeń prof. Lidforssa w Lund. Badał on zimotrwałość zbóż i opracował metodę oceny tej właściwości u różnych odmian przy pomocy niskich temperatur w warunkach laboratoryjnych oraz przy pomocy innych pośrednich wskaźników odporności. Dzięki inicjatywie Åkermana zbudowano w Svalöf laboratorium, w którym bada się zimotrwałość w komorach chłodniczych. Nad zagadnieniem zimotrwałości pracowała również w Svalöf Gösta Andersson (ur. 1903), autorka kilku prac na ten temat.

Obecny kierownik laboratorium fizjologicznego w Svalöf Volkmar Stoy był przedtem asystentem prof. Burströma w Lund i badał wpływ zmiennych warunków świetlnych na równoczesną fotosyntezę i asymilację azotanów oraz enzymatyczną fotoredukcję azotanów przez ryboflawinę. Obecnie pracuje nad oznaczaniem natężenia fotosyntezy w różnych okresach rozwoju pszenic jarych w stałych warunkach świetlnych i termicznych.

2. Stacja limnologiczna Anneboda (środkowy Smaland). Założona została przez Einar Naumanna (1891—1934) profesora limnologii w Lund. Zajmował się on początkowo biologią organizmów planktonu roślinnego a następnie ekologią roślin wodnych. Prace ekologiczne prowadzone na tej stacji uzupełniano w pracowniach fizjologicznych w Upsali. Na stacji tej Torsten Wikén (ur. 1912) oznaczał zmianę zawartości tlenu w wodzie na skutek działalności organizmów, Gunnar Lohammar (ur. 1902) zajmował się rozmieszczeniem wyższych roślin wodnych w związku z chemizmem wody, Wilhelm Rodhe (ur. 1914) badał warunki wzrostu glonów planktonowych, Sven Österlind (ur. 1921) zajmował się fotosyntezą oraz warunkami wzrostu glonu *Scenedesmus quadricauda*.

3. Instytut Badań nad Roślinami i Przechowywalnictwem (Institutet för växtforskning och kyllagring) w Nynäshamn. Jest to instytut prywatny ufundowany przez Johnsona, milionera i filantropa szwedzkiego, właściciela linii okrętowej Szwecja—Ameryka Południowa. Ponieważ na linii tej przewożono produkty żywnościowe, przeważnie ziemniaki, zaistniała potrzeba naukowego opracowania problemów związanych z zagadnieniem zdrowotności i przechowywalnictwa różnych produktów rolnych. Instytut wyposażony jest w laboratoria biologiczne i chemiczne oraz chłodnie i komory «fitotronowe». Obecnie prowadzi się w Instytucie szereg prac nie związanych bezpośrednio z celami handlowymi. Doświadczenia dotyczą przede wszystkim produkcji wysokogatunkowych sadzeniaków ziemniaków łącznie z doświadczeniami odmianowymi, doświadczeń nad różnymi chorobami, szczególnie wirusowymi ziemniaków, doświadczenia nad przechowywalnictwem ziemniaków, jarzyn i owoców oraz prace hodowlane nad drzewami, specjalnie nad osiką i modrzewiem. Kierownikiem Instytutu jest obecnie Börje Emilsson (ur. 1919). Początkowo zajmował się on na uniwersytecie sztokholmskim fizjologią i biochemią procesów związanych z okresem spoczynku u ziemniaków, obecnie studiuje przede wszystkim zagadnienia patologiczne związane z kierunkiem pracy Instytutu.

4. Uniwersyteckie Instytuty Biochemii w Lund, w Upsali i w Sztokholmie. Są to zakłady naukowe dysponujące licznymi pracownikami i najnowocześniejszą aparaturą. Np. Instytut w Upsali kierowany przez profesora Arne Tiseliusa prowadzący przede wszystkim prace dotyczące biochemii białek wyposażony jest w najnowocześniejsze urządzenia i liczną aparaturę oraz zatrudnia kilkunastu pracowników naukowych. Instytut Biochemii w Sztokholmie kierowany jest przez prof. Myrbäcka pracuje głównie nad zagadnieniem fermentacji i biochemią węglowodanów. W Sztokholmie znajduje się również drugi instytut biochemii w Medycznym Instytucie Nobla.

5. Instytut Badawczy Komórki i Genetyki w Medycznym Instytucie Nobla (Karolinska Institutet) w Sztokholmie. Kierownikiem Instytutu jest prof. Torbjörn Caspersson. Jednym z głównych zagadnień Instytutu jest badanie lokalizacji i rozprzestrzenienia kwasów nukleinowych przy zastosowaniu metody wybiórczego absorbowania promieni pozafiołkowych przez zasady purynowe i pirymidynowe. Tematyka prac naukowych zakładu jest bardzo obszerna, reprezentuje aspekty medyczne (onkologia), zoologiczne i botaniczne. Prace botaniczne prowadzone są przez H. Zecha, który zajmuje się morfologicznymi i cytochemicznymi obserwacjami wirusów przy zastosowaniu mikrospektrofotometru i mikroskopu elektronowego.

Zakład Fizjologii Roślin PAN Kraków

LITERATURA

- Åberg B.: Symb. Bot. Ups., 4, 1941 — Symb. Bot. Ups. 8, 1943 — Ann. Agr. Coll. Swed. 13, 1946 — Ann. Agr. Coll. Swed. 15, 1947 — Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 15, 1948 — Physiol. Plant. 2, 1949 — Physiol. Plant. 3, 1950 — Arkiv. f. Kemi 3(59), 1951 — Physiol. Plant. 4, 1951 — Physiol. Plant. 5, 1952 — Sv. bot. Tidskr. 46, 1952 — Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 20, 1953 — Physiol. Plant. 6, 1953 — Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 21, 1954 — Physiol. Plant. 7, 1954 — Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 21, 1954—55 — The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances, ed. Wain & Wightman, London 1956 — Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 23, 1957 — Ann. Rev. Plant Physiol. 8, 1957 —
- Åberg B. and Jönsson E.: Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 21, 1955 —
- Åberg B. and Khalil A.: Kgl. Lantbrukshögsk. Ann. 20, 1953 —
- Åberg B. and Rodhe W.: Symb. Bot. Ups. 5, 1942 —
- Veldstra H. and Åberg B.: Biochim. et Biophys. Acta, 12, 1953 —
- Åkerman Å.: Botan. Notis., 1919 — Intern. Rev. Sci. Pract. Agr. 1, 1923 — Nord. Jordbrförskn. 5—6, 1923—24 — Sv. Utsädesför. Tidskr. 4, 5, 1924 — Berlingska Boktryckeriet, Lund, Sweden, 1927 — Sv. Mosskult. Förening. Tidskr. 45, 1931 — Hauptreferat beim XVI Intern. Agrarkongr., IV Sektion, 3 Thema, Budapest, 1934 —
- Åkerman Å. und Lindberg J.: Lund, Berlinska Boktryckeriet 1927 —
- Åkerman Å., Andersson G. and Lindberg J. E.: Z. Pflanzenzücht. 6, 1935 —
- Algeus S.: Bot. Notis., 1946 — Physiol. Plant. 1, 1948 — Physiol. Plant. 2, 1949 — Physiol. Plant. 3, 1950 — Physiol. Plant. 4, 1951 —
- Almestrand A.: Physiol. Plant. 2, 1949 — Physiol. Plant. 3, 1950 — Physiol. Plant. 4, 1951 — Physiol. Plant. 10, 1957 —
- Andersson G.: Sv. Utsädesför. Tidskr. 44, 1934 — Züchter 7, 1935 — Lund, 1944 —
- Björkman E.: Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 32, 1940 — Symb. Bot. Ups. 6, 1942 — Sv. Botan. Tidskr. 38, 1944 — Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr. 42, 1944 — Medd. Stat. Skogsfors. Inst. 37, 1948 — Sv. Botan. Tidskr. 43, 1949 — Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr. 3, 1953 — Forstwiss. Cbl. 75, 1956 —
- Borgström G.: Bot. Notis., 1939 —
- Burström H.: Sv. Bot. Tidskr. 28, 1934 — Planta 29, 1939 — Planta 30, 1939—40 — Ann. Agr. Coll. Sweden 8, 1940 — Ann. Agr. Coll. Sweden 9, 1941 — Bot. Notis., 1941 — Ann. Landw. Hochsch. Schwed. 10, 1942 — Sv. Kem. Tidskr. 54, 1942 — Ann. Agr. Coll. Sweden 11, 1943 — Ark. f. Botan. 3OB (8), 1943 — Ann. Agr. Coll. Sweden 13, 1945 — Ann. Rev. Biochem. 17, 1948 — Physiol. Plant. 1, 1948 — Arch. Biochem. 23, 1949 — Physiol. Plant. 2,

- 1949 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Physiol. Plant.* 4, 1951 — *Plant Growth Substances* (Skog, P., Ed., Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wis., 1951) — *Proc. 7th Intern. Botan. Congr.*, Stockholm, 1951 — *Physiol. Plant.* 5, 1952 — *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 4, 1953 — *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Fortschr. Botan.* 15, 1954 — *Fortschr. Botan.* 16, 1954 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Bot. Notis.* 108, 1955 — *Fortschr. Botan.* 18, 1955 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 — *Fortschr. Botan.* 19, 1956 — *Physiol. Plant.* 9, 1956 — *Fortschr. Botan.* 20, 1957 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Burström H. and Fransson P.: *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Burström H. and Berit A. M. Hansen: *The Chemistry and Mode of Action of Plant Growth Substances*, (Wain & Wightman, 1956) —
- Burström H. and Krogh A.: *Sv. Bot. Tidskr.* 41, 1947 —
- Burström H. and Tullin V.: *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Jönsson A., Nilsson G. and Burström H.: *Acta Chem. Scand.* 6, 1952 —
- Ekdahl I.: *Ark. f. Botan.* 31A (5), 1944 — *Ann. Agr. Coll. Sweden* 15, 1947 — *Symb. Bot. Ups.* 11, 1953 —
- Emilsson B.: *Acta Agr. Suec.* 3, 1949 — *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 89, 1950 — *Jord och Skog*, 1950 — *Nord. Jordbruksforsk.* 1951 — *Jordbruksforsk.*, 1952 — *Acta Agric. Scand.* 3, 1953 — *Jordbruksforsk.*, 1954 —
- Emilsson B. i Castberg C.: *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 86, 1947 — *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 87, 1948 — *Acta Agric. Scand.* 2, 1952 —
- Emilsson B. i Fernholm H.: *Lantmannen*, 1949 —
- Emilsson B. i Gustafsson N.: *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 87, 1948 — *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 88, 1949 — *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 89, 1950 — *Lantmannen*, 1950 — *Kgl. Lantbruksak. Tidskr.* 90, 1951 — *Acta Agric. Scand.* 3, 1952 — *Acta Agric. Scand.* 4, 1954 —
- Emilsson B., Lillieroth C. G., Nilsson R.: *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 88, 1949 — *Kgl. Lantbruksakad. Tidskr.* 90, 1951 —
- Emilsson B. i Gustafsson N.: *Jord och Skog*, 1951 —
- Fransson P.: *Physiol. Plant.* 11, 1958 —
- Fransson P. and Ingestad T.: *Physiol. Plant.* 8, 1955 —
- Burström H. and Fransson P.: *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Rufelt H. and Fransson P.: *Physiol. Plant.* 9, 1956 —
- Fries N.: *Symb. Bot. Ups.* 3, 1958 — *Symb. Bot. Ups.* 4, 1940 — *Arch. Mikrobiol.* 12, 1941 — *Sv. Bot. Tidskr.* 36, 1942 — *Symb. Bot. Ups.* 4, 1943 — *Symb. Bot. Ups.* 7, 1943 — *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Bot. Not.*, 1954 — *Symb. Bot. Ups.* 13, No 1, 1954 — *Experientia* 11, 1955 —
- Halldal P.: *Congr. Intern. Bot. Paris, Rapp. et Commun.*, Sect. 9—10, 8, 1954 — *Carnegie Inst. Wash. Year Book* 55, 1956 — *Nature* 179, 1957 — *Physiol. Plant.* 11, 1958 —
- Halldal P. & French C. S.: *Carnegie Inst. Wash. Year Book* 55, 1956 —
- Halldal P. and Markali J.: *J. Cons. int. Explor. Mer* 19, 1954 —
- Halldal P., Markali J. and Naess T.: *Mikroskopie* B. 9, H. 516, 1954 —
- Hemberg T.: *Arkiv. f. Bot.* 33 B, No 2, 1946 — *Acta Hort. Berg.* 14, 1947 — *Physiol. Plant.* 1, 1949 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Physiol. Plant.* 4, 1951 — *Physiol. Plant.* 5, 1952 — *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Physiol. Plant.* 6, 1954 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 — *Physiol. Plant.* 11, 1958 —
- Hemberg T. und Flück H.: *Pharm. Acta Helvetiae* 28, 1953 —
- Hemberg T. and Lowen B.: *Sv. farmaceutisk tidskr.*, 1954 —
- Hesselman H.: *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.* 1, 1904 — *Medd. f. Stat. skogsf.-anst.* 7, 1910 —
- Hylmö B.: *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Växtodling*, 4, 1949 — *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 —
- Kylin A.: *Kgl. Fysiograf. Sällskap. Lund, Förh.*, 15 (4), 1945 — *Physiol. Plant.* 6, 1953 — *Nord. fören. f. fysiolog. bot. Meddelande*, 5, 1955 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 —

- Kylin A., Hylmö B.: *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Kylin H.: Hoppe-Seyler's *Z. physiol. Chem.* 69, 1910 — *Ber. deut. botan. Ges.* 35, 1917 — *Kgl. Fysiograf. Sällskap., Lund, Förh.* 8(20), 1938 — *Sv. bot. Tidskr.* 34, 1940 — *Bot. Not.* 1943 — *Lunds Univ. Arsskr., N. F., Avd. 2*, 36, 1946 —
- Levring J.: *Bot. Not.* 1939 — *Göteborgs Kgl. Vetenskaps-Vitterhets-Samhäll. Handl.* 5 (6), 1947 — *Medd. Göteborgs Bot. Trädg.*, 1947 — *Physiol. Plant.* 1, 1949 — *Physiol. Plant.* 5, 1952 — *Congr. Intern. Bot. Paris, Rapp. et Commun. Sect. 17*, 8, 1954 — *Bot. Not.* 108, 1955 —
- Lidforss B.: *Bot. Centr.* 68, 1896 — *Lunds. Univ. Arsskr. (N. F.)* 2, 1907 — *Bot. Centr.* 110, 1909 — *Z. Botan.* 1, 1909 —
- Lihnell D.: *Symb. Bot. Ups.* 3, 1939 — *Symb. Bot. Ups.* 5, 1942 — *Symb. Bot. Ups.* 6, 1942 — *Nord. Jordbr. forsk.* 38, 1956 —
- Lindeberg G.: *Symb. Bot. Ups.* 8, 1944 — *Arkiv. botan.* 33 (A), 1946 — *Bot. Not.*, 1946 — *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Nature* 166, 1950 — *Z. Pflanzenernährg.* 69, 1955 —
- Lindeberg G. and Fahraeus G.: *Physiol. Plant.* 5, 1952 —
- Lindeberg G. and Holm G.: *Physiol. Plant.* 5, 1952 —
- Lohammar G.: *Symb. Bot. Ups.* 3 (1), 1938 — *Fauna och Flora*, 1954 — *Sv. Bot. Tidskr.* 48, 1954 —
- Lundegårdh H.: *Jahrb. wiss. Bot.* 53, 1914 — *Sv. Bot. Tidskr.* 15, 1921 — *Angew. Botanik* 4, 1922 — *Bioch. Zeitschr.* 131, 1922 — *Biol. Zentralbl.* 42, 1922 — *Biol. Zentralbl.* 43, 1923 — *Bot. Not.*, 1923 — *N. J. F. Kongress Göteborg*, 1923 — *Sv. Trädgårdsodl. Arsbok*, 1923 — *Arkiv. Bot.* 18, — *Biochem. Ztschr.* 149, 1924 — *Biochem. Ztschr.* 154, 1924 — *Föredrag i Kgl. Landbruksakademien*, 1925 — *Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben*, Jena 1925 — *Arkiv. f. Kemi, Mineralogie och Geologi Bd. 9*, Nr 46, 1927 — *Flora* 21 B, 1927 — *Ingeniörsvetenskapsakad. Medd.* 71, 1927 — *Soil Science* 23, No 6, 1927 — *Centralanst. f. försöksväsendet på jordbruksområdet*, *Medd.* 331, 1928 — *Centralanst. Försöksv. Jordbruksområdet*, *Medd.* 444, 1934 — *Soil Science*, 40, No 1, 1935 — *Biochem. Z.* 290, 1937 — *Biochem. Zeitschr.* 298, 1938 — *Planta* 51, 1939 — *Ann. Agr. Coll. Sweden* 8, 1940 — *Protoplasma* 35, 1941 — *Ann. Agr. Coll. Sweden* 10, 1942 — *Lantbruks-Högskol. Ann.* 10, 1942 — *Naturwissenschaft.* 30, 1942 — *Soil. Sci.* 54, 1942 — *Ark. f. Botan.* 31 A (2), 1943 — *Ark. Bot. (A)* 31, 3, 1944 — *Ark. Bot.* 32 A (12), 1945 — *Ark. Bot.* 33 A (5), 1946 — *Nature* 157, 1946 — *Ann. Rev. Biochem.* 16, 1947 — *Disc. Faraday Soc.* 3, 1948 — *Ann. Roy. Agric. Coll. Sweden* 16, 1949 — *Ark. Bot.* 1, 1949 — *Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben*, 3. Aufl., Jena, 1949 — *Lantbruks-Högskol. Ann.* 16, 1949 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Ann. Roy. Coll. Sweden* 16, 1950 — *Ark. Bot.* 1, 1950 — *Nature* 165, 1950 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Ark. Kemi* 3, 1951 — *Nature*, 167, 1951 — *Leaf analysis*, Engl. transl. by Mitchell, R. L., Higler and Watts, Ltd., London, 1951 — *Ark. Kemi*, 5, 1952 — *Nature* 169, 1952 — *Nature* 171, 1953 — *Active transport and secretion*, Cambridge, 1954 — *Ark. Bot. Ser. II* 3, 1954 — *Ark. Kemi* 7, 1954 — *Nature* 173, 1954 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Symp. Soc. Exptl. Biol.* 8, 1954 — *Ann. Rev. Plant Physiol.* 6, 1955 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 —
- Lundegårdh H. and Burström H.: *Biochem. Ztschr.* 261, 1933 — *Planta* 18, 1933 — *Biochemi Z.* 277, 1935 —
- Lundegårdh H., Burström H. and Rennerfelt E.: *Sv. Bot. Tidskr.* 26, 1932 —
- Lundegårdh H. and Stenlid G.: *Ark. Bot.* 31 A, No 10, 1944 —
- Melin E.: *Sv. Bot. Tidskr.* 18, 1924 — *Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. Eine ökologisch-physiologische Studie*, Jena, 1925 — *Abderhalden's Handb. Arbeit-smeth.*, Abt. II, 4, 1936 — *Sv. Bot. Tidskr.* 37, 1943 — *Symb. Bot. Ups.* 8, 1946 — *Trans. Brit. Mycolog. Soc.* 30, 1948 — *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 4, 1953 — *Sv. Bot. Tidskr.* 48, 1954 — *Uppsala Univ. Arsskr.* 3, 1955 —
- Melin E. and Lindeberg G.: *Bot. Not.*, 1939 —
- Melin E. and Mikola P.: *Physiol. Plant.* 1, 1948 —

- Melin E. and Nilsson H.: *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Sv. Bot. Tidskr.* 46, 1952 — *Nature* 171, 1953 — *Sv. Bot. Tidskr.* 48, 1954 — *Sv. Bot. Tidskr.* 49, 1955 — *Sv. Bot. Tidskr.* 51, 1957 —
- Melin E. and Norkrans B.: *Sv. Bot. Tidskr.* 36, 1942 — *Physiol. Plant.* 1, 1948 —
- Melin E. and Nyman B.: *Arch. Mikrobiol.* 11, 1940 — *Arch. Mikrobiol.* 12, 1941 —
- Melin E. and Rama Das V. S.: *Physiol. Plant.* 7, 1954 —
- Modess O.: *Symb. Bot. Ups.* 5, 1941 —
- Norkrans B.: *Sv. Bot. Tidskr.* 43, 1949 — *Symb. Bot. Ups.* 11, 1950 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Österlind S.: *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Symb. Bot. Ups.* 10, 1949 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Physiol. Plant.* 5, 1952 —
- Rennerfelt E.: *Intern. Union of Forest Res. Organiz., Sect. 24, Wageningen 1954* — *Friesia* 5, 1956
- Rennerfelt E. u. Paris S. K.: *Oikos (Copenh.)* 4, 1953 —
- Rodhe W.: *Symb. Bot. Ups.* 10, 1948 —
- Romell L. G.: *Medd. Stat. Skogsforsöksanst.* 19, 1922 — *Medd. Stat. Skogsforsöksanst.* 22, 1926 — *Sv. Bot. Tidskr.* 24, 1930 — *Sv. Bot. Tid.* 29, 1935 — *Sv. Bot. Tid.* 32, 1938 — *Ecology*, 20, 1939 — *Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr.* 37, 1939 —
- Rufelt H.: *Congr. Intern. Bot., Paris. Rapps. et communs., Sect. 11/12, 1954* — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 9, 1956 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Rufelt H. and Fransson P.: *Physiol. Plant.* 9, 1956 —
- Andersson N. E. & Rufelt H.: *Physiol. Plant.* 7, 1954 —
- Slankis V.: *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Sv. Bot. Tidskr.* 43, 1949 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Symb. Bot. Ups.* 11 (3), 1951 — *Proc. Canad. Phytopath. Soc.* 23, 1955 —
- Stalfelt M. G.: *Medd. Stat. Skogsförs.-anst.* 21, 1924 — *Kgl. Sv. Vet. — Akad. Handl. Ser. III*, Bd. 2, 1926 — *Medd. Stat. Skogsförs.-anst.* 21, Nr 5, 1926 — *Flora*, Bd. 21, N. F. 1927 — *Planta* 8, 1929 — *Sv. Bot. Tidskr.* 26, 1932 — *Planta* 17, 1932 — *Angew. Bot.* 17, 1935 — *Planta* 23, 1935 — *Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr.* 1935 — *Planta* 27, 1937 — *Planta* 29, 1938 — *Planta* 30, 1939 — *Bot. Not.*, 1939 — *Sv. Skogsvårdsfören. Tidskr.* 43, 1945 — *Ark. Botan.* (A) 33, 4, 1946 — *Medd. Stat. Skogsförs.-inst.* 35 (2), 1946 — *Sv. Bot. Tidskr.* 42, 1948 — *Exptl. Cell. Res.* 1, Suppl. 63, 1949 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *An. Estacion Exptl. (Aula)*, 2, 1950 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 — *Encyclopedia of Plant Physiol.* Vol. III (Ed.: W. Ruhland, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1956) — *Radiation Biology III* (Ed. A. Hollaender, New York, 1956) — *Protoplasma* 45, 1956 — *Physiol. Plant.* 1957 —
- Stenlid G.: *Ann. Agr. Coll. Sweden* 14, 1947 — *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Physiol. Plant.* 3, 1950 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 —
- Stoy V.: *Physiol. Plant.* 8, 1955 — *Biochim. Biophys. Acta* 21, 1956 —
- Anacker W. F. und Stoy V.: *Biochem. Zeitschr.* Bd. 330, 1958 —
- Vegis A.: *Jahrb. wiss. Bot.* 75, 1932 — *Möllers Deutsche Gärtnerzeit.* 47, 1932 — *Acta Soc. Biol. Latviae* 7, 1937 — *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Symb. Bot. Ups.* 10, No 2, 1948 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Sv. Bot. Tidskr.* 43, 1949 — *Experientia* 9 (12), 1953 — *Symb. Bot. Ups.* 14, 1955 —
- Vegis A. & Vegis B.: *Acta Hort. Bot. Latviensis* 8, 1935 —
- Virgin H. I.: *Proc. 6th Intern. Congr. Exptl. Cytol.*, 1947 — *Physiol. Plant.* 1, 1948 — *Exptl. Cell Res.* 1, Suppl. 79, 1949 — *Physiol. Plant.* 2, 1949 — *Nature* 166, 1950 — *Physiol. Plant.* 4, 1951 — *Physiol. Plant.* 5, 1952 — *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 4, 1953 — *Carnegie Inst Yearbook* 53, 1954 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 7, 1954 — *Physiol. Plant.* 8, 1955 — *Physiol. Plant.* 9, 1956 — *Physiol. Plant.* 10, 1957 — *Physiol. Plant.* 11, 1958 —
- Virgin H. I. and Ehrenberg L.: *Physiol. Plant.* 6, 1953 —
- French C. S., Smith J. H. C., Virgin H. I. and Airth R. L.: *Plant. Physiol.* 31, 1956 —
- Wiken T. u. Richard O.: *J. Microbiol. a. Serol.* 18, 1952 — *Schweiz. Z. allg. Path. u. Bakter.* Zech H.: *Planta* 40, 1952 — *Exptl. Cell. Res.* 6:2, 1954 —
- Zech H. und Vogt-Köhne L.: *Naturwissenschaften*, 11, 1955 — *Exp. Cell Res.* 10, 1956 —