

MICHAŁ BORYS

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA WZROST KORZENI TRUSKAWEK

Truskawki stanowią jedną z podstawowych upraw sadowniczych. Zapotrzebowanie na owoce tej rośliny jest bardzo duże zarówno na rynku wewnętrznym jak i na rynku zagranicznym. Jest rzeczą konieczną, aby plony i jakość owoców wzrosły. Aby zapewnić zwiększenie plonów należy stosować poszczególne zabiegi uprawowe w terminach dostosowanych do wymagań biologicznych danej uprawy. Ten przegląd literatury ma na celu podsumowanie wiadomości o roli poszczególnych czynników na wzrost systemu korzeniowego, od siły którego zależy plon truskawek.

Charakterystyka wzrostu korzeni truskawek

a) Miejsce inicjacji. Mówiąc o wroście i o cyklach wzrostu korzeni truskawek mam na myśli rośliny otrzymane z rozmnożenia wegetatywnego, a więc rośliny posiadające tylko korzenie przybyszowe.

Korzenie przybyszowe wyrastają z odosobnionych zgrupowań komórek merystatycznych położonych między perycyklem a rdzeniem. We wczesnych okresach wzrostu rośliny stwierdza się zawsze ich obecność w okolicy odchodzenia liściowych wiązek naczyniowych (Mann, 1930). Korzenie pojawiające się późnym latem lub jesienią wyrastają zawsze z miejsc wyżej położonych od poziomu korzeni starych (Mann i Ball, 1927). Autorzy wymienieni podkreślają przy tym, że one wyrastają zawsze po jednej lub po obu stronach nasady nisko położonych liści. Miejsca, z których wyrastają charakteryzują się nagromadzeniem produktów fenolowego pochodzenia, zwłaszcza orto-fenoli. Na zewnątrz jest to widoczne w postaci czerwonego zabarwienia (Sironval, 1947).

b) Cykle wzrostu. Roślina rozłogowa, nieukorzeniona, wypuszcza korzenie z wierzchołka stolonu. Korzenie te rosną bardzo szybko. Roślina pochodna może się ukorzenić w jednym miesiącu. Korzenie wyrosłe późnym latem lub jesienią, stopniowo brunatnieją w okresie zimy. Podczas okresu spoczynku liczba korzeni nie zmienia się.

Wiosną, na korzeniach przybyszowych wyrosłych jesienią ubiegłego roku pojawiają się znaczne ilości korzeni włóśnikowych. W tym okresie wyrasta tylko

niewielka liczba korzeni przybyszowych bezpośrednio z szyjki. Cienkie korzenie włóśnikowe są zbudowane z tkanek pierwotnych i mają krótki okres życia. Obumierają one pod koniec okresu zbioru owoców. Blizny powstałe po obumarłych korzeniach goją się.

Latem zawiązują się nowe korzenie przybyszowe. Pojawiają się od dwóch do trzech centymetrów powyżej korzeni starszych i przy wchodzeniu rośliny w okres spoczynku zimowego stanowią około 50% całego systemu korzeniowego. Te nowe korzenie przybyszowe wykazują podobny cykl wzrostu do korzeni wyrosłych z młodej rośliny potomnej otrzymanej z rozłogów.

Korzenie wyrastające w okresach jesiennych są zawsze bardzo podobne do siebie. Do momentu ukazania się świeżych korzeni przybyszowych korzenie starsze tracą boczne, cienkie korzenie włóśnikowe i przyrastają na grubość. W kolejnym okresie wzrostu letniego i jesiennego liczba i długość korzeni przybyszowych wzrasta. Korzenie starsze grubieją. W pobliżu śladów po obumarłych korzeniach bocznych względnie włóśnikowych mogą pojawić się korzenie pierwszego oraz drugiego rzędu. Korzenie te wykazują intensywny wzrost latem i jesienią.

Brak jest danych, które wskazywałyby na normalne obumieranie lub degenerację starszych korzeni głównych wraz ze starzeniem się rośliny. Korzenie starsze grubieją i rośliny trzyletnie, a nawet ośmioletnie, wykazują obecność pierwotnych korzeni rozłogowych oraz obecność głównych korzeni z wczesnego okresu życia.

Z przytoczonych danych wynika, że korzenie truskawek wykazują cykliczność wzrostu oraz, iż korzenie wiosenne i jesienne są różnego charakteru (seria publikacji Manna i Balla z lat 1926, 1927, 1930; Van Horn i inni, 1930; Lineberry 1940; Nelson i Wilhelm, 1957; Rezniczenko, 1958).

c) Wzrost wtórny. Korzenie przybyszowe, które wyrosły wiosną są zbudowane z tkanki pierwotnej i zachowują ten typ tkanek do jesieni lub wczesnej zimy. Wtedy, korzenie główne roślin zdrowych i ich większe odgałęzienia rozwijają intensywnie tkankę wtórną z kambium i tkanki korkotwórczej, która jest aktywna przez szereg okresów wegetacyjnych. Korzenie pierwotne co roku zwiększają swoją średnicę i wykazują większy stopień specjalizacji polidermy od korzeni głównych wyrosłych w następnych okresach wegetacyjnych. Korzenie włóśnikowe, wyrastając z korzeni głównych, zasadniczo nie wykazują wzrostu wtórnego i ich trwałość ograniczona jest do funkcjonowania co najwyżej przez jeden okres wegetacyjny. Korzenie te są zasadniczo zbudowane z tkanek pierwotnych i nie mają aktywnego kambium. Czasami jednak i u nich powstaje poliderma (White, 1927; Mann, 1930; Nelson i Wilhelm, 1952 i 1959).

Czynniki wpływające na wzrost korzeni i ich rozmieszczenie

A) ODMIANA

Goff (1884) stwierdził, że korzenie odmiany *Triomphe de Grand* rosnącej w warunkach połowych, odkopane w połowie lata, miały największy zasięg w głąb

55.0 cm a w szerz 15.0 cm. Nieomal wszystkie korzenie włóśnikowe znajdowały się tuż pod rośliną. Korzenie odmiany *Warfield* osiągały głębokość 66 cm oraz bardzo rzadko rozprzestrzeniały się poza zasięg liści (Goff, 1885). Badania przeprowadzono w maju, podczas dojrzewania owocu. Większość korzeni rosła w głąb i nieomal całość bryły korzeniowej znajdowała się w obrębie 33.0 cm warstwie gleby. W następnej publikacji Goff (1919) stwierdza, że system korzeniowy dzięki *Fragaria virginiana* rosnącej w iglastym lesie był podobnie rozmieszczony do odmiany uprawnej. Przypuszcza on, że w bardziej suchych stanowiskach system korzeniowy *F. virginiana* byłby bardziej ekstensywny. Weaver (1927) badając trzy do czteroletnie rośliny odmiany Dunlap stwierdził maksymalny zasięg horyzontalny 30 cm i maksymalną głębokość systemu korzeniowego 92 cm. System korzeniowy był intensywnie rozbudowany do głębokości 25—29 cm. Hanson (1931) porównał rozmieszczenie systemów korzeniowych 18 odmian rosnących w podobnych warunkach glebowo-klimatycznych. Zbadał następujące odmiany: *Aroma*, *Belt*, *Boquet*, *Champion**, *Chaska*, *Duluth**, *Easy Picker*, *Eaton*, *Gibson*, *Howard 17*, *Marvel*, *Mastadon*, *Minnehaha*, *Nokomis*, *Oerlich*, *Pearl*, *Pride of Denver**, *Progressive* (odmiany zaznaczone * owocują wielokrotnie). Maksymalną głębokość systemu korzeniowego 70 do 100 cm osiągnęły: *Mastadon*, *Duluth* i *Champion*. Średnią głębokość korzenia (40 do 60 cm) wykazały: *Boquet*, *Chaska*, *Easy Picker*, *Eaton*, *Marvel*, *Minnehaha*, *Oerlich* i *Progressive*. Płytko (poniżej 27.5 cm) korzeniły się odmiany: *Aroma*, *Belt*, *Gibson*, *Howard 17*, *Nokomis*, *Pearl*, *Pride of Denver*. Ball i Mann (1927) stwierdzili, że odmiana *Royal Sovereign* rosnąca na średniej glebie wykazała następujące rozmieszczenie korzeni: w warstwie do 7.5 cm — 73%; 7.5 do 15 cm — 16,95% a reszta była rozmieszczona w warstwach do głębokości 40 cm. Dane te autorzy uzyskali z dwuletnich roślin. Nelson i Wilhelm (1957) stwierdzili, że odmiany Lassen i Shasta rosnące na glebach kalifornijskich, piaszczystych, miały systemy korzeniowe sięgające głębokość 66 cm i bardzo silnie rozwinięte korzenie horyzontalne na tym samym poziomie.

B) GLEBA

Nieomal brak jest danych o rozmieszczeniu systemów korzeniowych truskawek tej samej odmiany rosnącej w różnych glebach. Goedewagen (1952) przedyskutował czynniki, które mogą hamować wzrost korzeni truskawek. Przytacza dane, które wskazują na różną zdolność pokonywania oporu mechanicznego przez korzenie truskawek. W doświadczeniach tych wykazał dodatni wpływ strefy z wolnymi przestrzeniami kapilarnymi dla wzrostu korzeni i pobierania składników mineralnych. Korzenie nie przenikały strefy wypełnionej wodą glebową. Z przeprowadzonych obserwacji na plantacjach wynika, że uszkodzenia suszowe występowały wtedy, gdy system korzeniowy był słabo rozbudowany, gdy poziom wody gruntowej wahał się lub gdy rośliny rosły w miejscach wystawionych na silne działanie wiatrów. Kloes i inni (1961) przytaczają wyniki badań przeprowadzonych w 1959 roku z odmianą *Jucunda*, na glebie piaszczystej. Autorzy doszli do wniosku, że struktura, porowatość i uwarstwienie gleby wpływają decydująco na rozmiesz-

czenie systemu korzeniowego. Plon truskawek jest ściśle uzależniony od jakości systemu korzeniowego na danym profilu glebowym. W roku, w którym przeprowadzono badanie stwierdzono, że aby uzyskać 80 kg owocu z jednego ara, system korzeniowy w przypadku pól niezraszanych, musiał zalegać co najmniej 50 cm warstwę gleby. W przypadku pól zraszanych plony truskawek o tej samej miąższości systemu korzeniowego były znacznie wyższe. Nadmiar wody, stratyfikacja profilu glebowego i zmienność struktury profilu wpływały najczęściej niekorzystnie na rozmieszczenie systemu korzeniowego truskawek. Autorzy ci zalecają dobry drenaż lub głęboką orkę w celu usunięcia niekorzystnego wpływu omawianych czynników. Collins (1961) w przeprowadzonym doświadczeniu w warunkach szklarniowych przebadał, na glebie gliniastej, wpływ następujących czynników: zawartość materii organicznej, fosforu, zwięzłości oraz stopnia uwilgotnienia gleby. Doprowadzenie gleby do ciężaru objętościowego 1.56 spowodowało istotne zmniejszenie, między innymi, suchej masy korzeni oraz wzrostu korzeni bocznych. Wrastanie korzeni w glebę oraz tworzenie się nowych korzeni było silnie zahamowane. Najsilniejsze zahamowanie wzrostu spowodowane największym ciężarem objętościowym wystąpiło w glebie o wysokiej zawartości materii organicznej. Wzrost roślin, w tym i korzeni, zwiększył się przez doprowadzenie gleby do ciężaru objętościowego 1.43. Wzrost wtórny korzeni truskawek był silniejszy przy średniej szybkości dyfuzji tlenu leżącej między 45 i 55×10^{-8} gramów/cm²/min⁻¹. Przyrost zarówno części nadziemnej jak i korzeni obniżał się ze zwiększeniem niedosytu wilgoci w glebie. Zarówno liczba korzeni jak i sucha masa były niższe przy niedosycie wynoszącym 10 atm. W tym czasie długość korzeni i wzrost wtórny zwiększyły się. W pierwszych 3 tygodniach wzrostu, od momentu rozpoczęcia ukorzenia się nieoddzielonej od rośliny macierzystej sadzonki rozłogowej, szybkości i wielkość wzrostu części nadziemnej były głównie uzależnione od wody dostarczonej roślinie macierzystej. Wzrost zmniejszał się ze wzrostem niedosytu wody w roślinie macierzystej. Wielkość liści oraz wzrost korzeni były w większości niezależne od rośliny macierzystej. Początkowo liczba utworzonych głównych korzeni w okresie pierwszych trzech tygodni wzrostu była niezależna od niedoboru wilgoci, w którym korzenie przebiegało. Wzrost na długość korzenia głównego i wzrost korzeni wtórnych zmniejszyły się przy poziomach niedosytu wody 5 i 10 atmosfer w tym okresie czasu. Sucha gleba powodowała najsilniejszą redukcję wzrostu korzeni (Collins, 1961).

C) ZABIEGI UPRAWOWE

1. Głębokość sadzenia. Wpływ głębokości sadzenia jest ściśle uzależniony od sposobu wzrostu szyjki korzeniowej oraz płaszczyzn, w których wyrastają nowe korzenie. Ball i Mann (1927) stwierdzili, że głębokie sadzenie spowodowało obumarcie pewnej liczby korzeni. Jednakże nie wpłynęło to na żywotność roślin. Główna szyjka u tych roślin wydłużyła się znacznie silniej od roślin posadzonych na normalnej głębokości. Płytkie sadzenie było bardziej niebezpieczne, powodując

śmierć nowo powstających korzeni, które nie mogły osiągnąć wilgotnego podłoża. Wzrost płytko posadzonych roślin został zahamowany w okresie wegetacyjnym.

2. Obsypywanie roślin. W wyniku obsypania roślin w sierpniu, zwiększono ilość korzeni wyrastających z szyjki i w efekcie rośliny zwiększyły swoją masę. Usuwanie ziemi spod roślin spowodowało odwrotny efekt. Szereg nowych, głównych korzeni utworzonych jesienią nie osiągnęło gleby i obumarło. W wyniku usunięcia gleby nowe szyjki korzeniowe miały nienormalnie słaby system korzeniowy, drobne liście i krótkie ogonki liściowe (Ball i Mann, 1927). Dlatego Rezniceńko (1958) opisując metody zapobiegania przedwczesnemu starzeniu się plantacji truskawek wskazuje na obsypywanie jako na jeden z czynników, który może zapobiec wczesnemu starzeniu.

3. Rozstawa. Prace Schradera i Hauta (1937), Van Horna i innych (1939), Schradera (1941) oraz Denisena i innych (1953) wskazują na to, że rośliny z rzędów nieprzerzedzanych miały znacznie słabszy system korzeniowy od roślin rosnących w mniej zwartych formacjach. Rośliny nieprzerzedzone kończyły swój wzrost wcześniej od roślin przerzedzanych. W okresie wiosennym truskawki tworzyły więcej korzeni włóśnikowych przy uprawie w mniej zwartej rozstawie.

4. Pora sadzenia. Ball i Mann (1927) stwierdzili, że w warunkach Anglii zbyt późne sadzenie uniemożliwia uzyskanie dobrej «brody» korzeniowej przed wejściem rośliny w okres spoczynku. Rośliny rozłogowe wysadzone późno w październiku oraz wiosną i porównano ich systemy korzeniowe w maju. Rośliny nie plonowały. Najsilniejsze korzenie posiadały rośliny wysadzone w sierpniu; proporcjonalnie słabsze korzenie posiadały rośliny sadzone w następnych terminach. Bosse (1959) badał również wpływ terminu sadzenia na rozwój systemu korzeniowego truskawek. Stwierdził, że 15-dniowa różnica w wiosennym sadzeniu nie miała wpływu na korzenie się. Jednakże różnica 30-dniowa w jesiennym sadzeniu (w okresie od 15 VII do 15 IX), silnie wpłynęła na głębokość korzenia oraz w ogóle na wielkość masy korzeniowej. Ponieważ plony owoców są uzależnione od utworzenia dużego systemu korzeniowego i ponieważ wzrost korzeni ustaje około 15 IX pożądane jest sadzenie w lipcu.

5. Miejscowość. Chociaż stwierdzono istnienie ścisłej zależności między wczesnym sadzeniem, ukorzeniem a uzyskiwanym plonem Ball i Mann (1927) ostrzegają, że dobre wyniki można uzyskać, jeżeli (a) będą dostępne dostatecznie wcześnie ukorzone sadzonki *), (b) gdy będą panowały właściwe warunki klimatyczne w czasie sadzenia i po wysadzeniu. Różnice spowodowane położeniem geograficznym nie powodują zmiany w następstwie, lecz w terminie zainicjowania faz wzrostowych, które decydują o nasileniu tworzenia się korzeni.

*) Trudność tę można usunąć przechowując sadzonki w chłodni, w torbach polietylenowych, w temperaturze lekko poniżej 1°C. Rośliny w tych warunkach zachowują żywotność przez jeden rok (Hardenburg, 1961).

D) CZYNNIKI KLIMATYCZNE

1) Temperatura środowiska wzrostu korzeni. Gray (1941) stwierdził, że wysoka temperatura środowiska glebowego (31°C) spowodowała zmniejszenie się powierzchni absorpcyjnej systemu korzeniowego. Autor wyraża przekonanie, że uszkodzenie części nadziemnej było spowodowane niedoborem wody wskutek silnej redukcji systemu korzeniowego w tej temperaturze. Roberts (1955) przeprowadził doświadczenie celem ustalenia wpływu temperatury środowiska wzrostu korzeni i koncentracji pożywek na wzrost truskawek. Stwierdził on, że tylko przyrost masy nadziemnej był uzależniony od temperatury, lecz brak było jakiegokolwiek zależności dla korzeni. Roberts i Kenworthy (1956) nie stwierdzili różnic w suchej masie korzeni w zakresie temperatur od 7.2 do 23,9°C niezależnie od stosowanej koncentracji pożywek. Proebsting (1957) przeprowadził doświadczenia z odmianami Shasta i Lassen, w kulturach glebowych, celem ustalenia wpływu temperatur leżących w zakresie od 7.2 do 32.2°C na suchą masę korzeni. W wyniku stwierdził, że sucha masa korzeni spadała w miarę wzrostu temperatury. Spadek suchej masy był znacznie silniejszy u odmiany Lassen. Guttridge (1958) stwierdził istnienie znacznego wpływu niskiej temperatury okresu zimowego na wzrost korzeni i szyjki korzeniowej.

2) Długość dnia. Guttridge (1958) na podstawie przeprowadzonego doświadczenia stwierdza, że rośliny wystawione w listopadzie na 11-godzinny dzień w temperaturze od 15 do 16.7°C zwiększały suchą masę korzeni i szyjek korzeniowych. Bosse (1959) sugeruje, że przyczyną zahamowania wzrostu części nadziemnych i podziemnych truskawek, przy korzystnych warunkach atmosferycznych, jest prawdopodobnie reakcja fotoperiodyczna truskawek.

E) USUWANIE KWIATÓW

Mann i Ball (1927) badali wpływ usuwania kwiatów na system korzeniowy truskawek. Stwierdzili, że masa nowo utworzonych korzeni w czasie od połowy lata do października była większa u roślin, z których usunięto kwiaty. Jednakże systemy korzeniowe obydwu serii były identycznie silne już w kwietniu następnego roku.

F) USZKODZENIA KORZENIOWE

Weaver (1927) stwierdził, że w miejscu uszkodzenia lub odcięcia głównego korzenia wybijało często od trzech do pięciu korzeni przybyszowych. Ball i Mann (1927) przestrzegają przed zbyt długim przetrzymywaniem sadzonek na tymczasowych zagonach, ponieważ stopień uszkodzenia tworzącego się systemu korzeniowego wzrasta wraz z długością okresu przetrzymywania na zagonach. Ball i Mann (1927) donoszą, że skracanie systemu korzeniowego o 1/3 do 1/2 przed sadzeniem nie wpłynęło na dalszy jego wzrost przez okres jednego roku od momentu posadzenia. Zbyt płytkie sadzenie lub odsłonięcie szyjek korzeniowych powoduje obumieranie nowych głównych korzeni utworzonych jesienią, które nie dotarły do gleby. Goedewaagen (1952) stwierdził, że wahania w poziomie wody, silne wiatry, cho-

roby, mogą powodować słaby wzrost korzeni i w efekcie mogą spowodować wystąpienie objawów suszy. Arney (1953) wykazał, że jakiegokolwiek uszkodzenie systemu korzeniowego młodej rozsady jest likwidowane w ciągu jednego miesiąca. Jednakże uszkodzenie systemu korzeniowego roślin starszych zwiększyło wrażliwość na suszę przez cały następny okres.

G) NAWOŻENIE

Loree (1925) stwierdził, że rośliny wyrosłe na niskim poziomie składników pokarmowych rozwinęły bardzo silny system korzeniowy, lecz szyjki korzeniowe były małe. Rośliny, które wyrosły na średnim poziomie składników pokarmowych wykształciły słabsze systemy korzeniowe, o proporcjonalnie silniej rozwiniętych szyjkach. Ten sam autor stwierdził również jesienią, że rośliny nawożone wiosną NP i NPK dały najwyższą suchą masę korzeni. Najlepsze korzenie dała kombinacja NPK stosowana latem. Gdy nawożenie przeprowadzono wiosną i latem to najlepsze systemy korzeniowe otrzymano przy nawożeniu azotowym. Clark (1933) używając odmiany Howard 17 badał w kulturach piaskowych wpływ pH oraz nośnika azotu na wzrost części nadziemnej i podziemnej. Korzenie wszystkich roślin z kombinacji $\text{NO}_3\text{-N}$ były białe, długie. Wyjątek stanowiły korzenie roślin rosnących przy pH 3,4, które były grubsze i poskręcane. Korzenie z kombinacji $\text{NH}_4\text{-N}$ oraz pH 6,4, 5,8 i 5,2 miały barwę białą, były długie i o normalnym wyglądzie; korzenie roślin z pH 4,0 i 3,4 wyglądały nienormalnie. Van Horn i inni (1939) stwierdzili, że nawożenie zastosowane w połowie sierpnia lub połowie września zwiększało suchą masę korzeni. Ten wzrost suchej masy był związany z wydłużaniem się korzeni. Lineberry (1940) zaleca dla Północnej Karoliny, aby przez nawożenie stymulować jesienny wzrost korzeni. Goedewaagen (1952) twierdzi, że słaby wzrost truskawek na poletkach o wysokim poziomie wody gruntowej wynika zasadniczo z obniżonej absorpcji azotu jak i innych składników. Collins (1961) we wspomnianym już doświadczeniu stwierdził, że dodanie obornika obniżyło powierzchnię, objętość i suchą masę korzeni. Obniżenie wzrostu uwiódociło się najsilniej przy niskich poziomach niedosytu wody i łączyło się z objawami silnego niedoboru azotu w liściach. Prawdopodobnie procesy denitryfikacji i akumulacja toksycznych składników w glebie były przyczyną ujemnego działania wysokiego poziomu materii organicznej przy niskim niedosycie wody. Wysoki poziom materii organicznej spowodował lekki wzrost przy niedosycie wody wynoszącym 10 atmosfer. Fosfor przy najwyższej dawce (240 funtów P_2O_5 na akr) spowodował zwiększenie długości korzeni głównych, liczby korzeni wtórnych powierzchni, objętości i suchej masy korzeni bocznych.

Z przytoczonych danych wynika, że nie ma zbyt wielu danych dotyczących poruszonego tematu. Najwięcej badań przeprowadzono nad anatomią oraz ustaleniem cykliczności wzrostu korzeni truskawek. Większość prac przeprowadzono pod koniec lat dwudziestych (seria Manna i Balla oraz publikacje White'a, O'Briena i M'Naughtona). Należy jednak podkreślić wzrost zainteresowania badaniami anatomicznymi i morfologicznymi w ostatnich latach, które wynika z prob-

lemów fitopatologicznych oraz ze stosowania różnych substancji wzrostowych (Nelson i Wilhelm, 1952 i 1957). Należy również odnotować pewien wzrost zainteresowania fizjologii procesem inicjowania korzeni (Sironval, 1947). Ze względu na szybko zmieniające się doборы odmian i postęp techniczny w irygacji, metodach uprawy, zainteresowanie badaniami głębokości korzenia różnych odmian nieomal nie istnieje. Jednakże wydaje się, że badania systemów korzeniowych truskawek winny być prowadzone. Potrzebne są bowiem odmiany o silnie rozwiniętym, głębokim systemie korzeniowym dostosowanym do okolic, gdzie susza lub niskie temperatury zimowe utrudniają uprawę tej rośliny. Brakuje całkowicie danych o dziedziczeniu systemu korzeniowego. Brak jest danych o zachowaniu się korzeni truskawek uprawianych na różnych glebach. W związku z badaniami wpływu nawożenia na systemy korzeniowe brak jest danych liczbowych które by wyraźnie wskazały na wpływ nawożenia na wzrost na długość i które by pozwoliły odróżnić wpływ stosowanego czynnika na wzrost od gromadzenia się suchej masy. Jedynym autorem który, poruszył to zagadnienie jest Van Horn i inni (1939). Ukazały się pierwsze prace dotyczące wpływu na wzrost korzeni takich czynników jak zawartość wody, materii organicznej, szybkości dyfuzji tlenu, zwięzłości gleby, nawożenia (Goedewaagen, 1957; Kloes i inni, 1961; Collins, 1961). Badania wieloczynnikowe, takie jakie przeprowadził Collins (1961), są szczególnie wartościowe. Wzbogacają one naszą wiedzę o czynnikach wpływających na wzrost i rozmieszczenie korzeni truskawek i ułatwiają opracowanie względnie zrozumienie stosowanych zabiegów.

Panu dr Z. Krzywańskiemu składam serdeczne podziękowanie za krytyczne uwagi i przegląd tekstu.

Katedra Fizjologii Roślin Wyższej Szkoły Rolniczej w Poznaniu

LITERATURA

- Arney S. E., 1953: Studies in growth and development in the Genus *Fragaria*. I. Factors affecting the rate of leaf production in Royal Sovereign strawberry. *Jour. Hort. Sci.* 28: 73—84.
- Ball E. i Mann C. E. T., 1927: Root and shoot development of the strawberry. *Jour. Pom. Hort. Sci.* 6: 87—112.
- Bosse G., 1959: Der Einfluss des Pflanztermins auf die Wurzelentwicklung der Erdbeere. *Erw. Obstbau* 1: 34—36.
- Clark J. H., 1933; Reaction of the nutrient medium as affecting growth of strawberry plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 283—287.
- Collins W. B., 1961: Greenhouse studies on organic matter, phosphorus, soil compaction, and soil moisture as related to strawberry growth. *Praca doktorska, Uniwersytet Stanowy (Rutgersa) w New Brunswick, N. J., USA (Prywatna korespondencja).*
- Denisen E. L., Shaw R. H. i Vance B. F., 1953: Effect of summer mulches on yields of everbearing strawberries, soil temperature, and soil moisture. *Iowa State Coll. Jour. Sci.* 28: 167—175.
- Goedwaagen M. A. J., 1952: Grondwaterstand en beworteling der gewassen *Versl. Techn. Bijeenk. Commis. Hydr. Onderz. TNO* 1—6.
- Goff E. S., 1884: Root washings. *New York Agr. Exp. Sta. Rpt.* 1883. 2: 219.
- Goff E. S., 1885: Root washings. *New York Agr. Exp. Sta. Rpt.* 1884. 3: 305—315.

- Goff E. S., 1897: The roots of the strawberry plant. *Trans. Wisconsin State Hort. Soc.* 27: 248—256.
- Gray G. F., 1941: Transpiration in strawberries as affected by root soil temperature. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 39: 269—272.
- Guttridge C. G., 1958: The effects of winter chilling on the subsequent growth and development of the cultivated strawberry plant. *Jour. Hort. Sci.* 33: 119—127.
- Hardenburg R. E., 1961: Film liners and keeping quality of fruit. 123—128. Referaty z konferencji poświęconej przechowalnictwu owoców, II 1961, Uniwersytet Rutgersa, New Brunswick, N. J., USA.
- Hanson H. C., 1931: Comparison of root and top development in varieties of strawberry. *Amer. Jour. Bot.* 18: 658—673.
- Hanson H. C., 1931: Comparison of root and top development in varieties of strawberry. *Amer. Jour. Bot.* 18: 658—673.
- Kloes L. J. J., van der, Egberts H., Hulshof H. J., Schellekens A. F. C. M., Zegers Th. L. A., 1961: Beworteling van aardbeien op zandgrond. *Meded. Dir. Tuinb.* 24 (2): 108—117.
- Lineberry R. A., 1940: Influence of fertilizers on winter root growth of strawberries on Norfolk fine sandy loam in Eastern North Carolina. *Commercial Fert.* 61 (4): 7—10.
- Long J. H. i Murneek A. E., 1937: Nitrogen and carbohydrate content of the strawberry plant. Seasonal changes and the effects of fertilizers. *Mo. Agr. Expt. Sta. Res. Bull.* 252.
- Loree R. E., 1925: The nutrient requirements of the strawberry. *Michigan Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 70.
- Loree R. E., 1928: Strawberry growing in Michigan. *Mich. Agr. Expt. Sta. Spec. Bull.* 182.
- Mann C. E. T. i Ball E., 1926: Studies in the root and shoot growth of the strawberry. *Jour. Pom. Hort. Sci.* 5: 149—169.
- Mann C. E. T. i Ball E., 1927: Studies in the root and shoot development of the strawberry. *Jour. Pom. Hort. Sci.* 6: 81—86.
- Mann C. E. T., 1930: Studies in the root and shoot growth of the strawberry. *Ann. Bot.* 44: 55—86.
- Nelson P. E. i Wilhelm S., 1952: Strawberry root anatomy with special reference to black root. *Phytopathology* 42: 517 (streszcz.).
- Nelson P. E. i Wilhelm S., 1957: Some anatomic aspects of the strawberry root. *Hilgardia* 26 (15): 631—642.
- O'Brien D. G. i M'Naughton E. J., 1928: The endotrophic mycorrhiza of strawberries and its significance. *West Scot. Agric. Coll. Res. Bull.* 1.
- Proebsting E. L., 1957: The effect of soil temperature on the mineral nutrition of the strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 69: 278—281.
- Rezniczenko A. H., 1958: Osnownyje zakonomiernosti razwitija zemljaniki Izwestja T. S. H. A. 6 (25): 73—92.
- Roberts A. N., 1955: Growth and composition of the strawberry plant in relation to root temperature. *Diss. Abstr.* 15: 932.
- Roberts A. N. i Kenworthy A. L., 1956: Growth and composition of the strawberry plant in relation to root temperature and intensity of nutrition. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 68: 157—168.
- Rom R. C., 1959: Development and nutrition of strawberry plants grown on Plainfield sand. *Diss. Abstr.* 19: 1509—1510.
- Schrader A. L. i Haut I. C., 1937: Spacing studies on several strawberry varieties. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 34: 355—359.
- Schrader A. L., 1941: The pattern of strawberry root development under the matted and thinned row. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 38: 413—416.
- Sironval C., 1947: Les radicaux diphénoliques entant que constituants d'hormones réglant la neoformation des racines chez le fraisier des quatre-saisons. *Lejeunia* 11 (2) 45—54.
- Van Horn C. W., Schrader A. L. i Haut I. C., 1939: Root and crown development of strawberries. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 461—465.
- Weaver J. E., 1919: The ecological relations of roots. *Carnegie Inst. Washington. Publ.* 286, 128 pp.
- Weaver J. E., 1927: Root development of vegetable crops, Rozdział 18, McGraw-Hill Book Co., Inc., New York, 350 pp.
- White P. R., 1927: Studies of the physiological anatomy of the strawberry. *Jour. Agr. Res.* 35: 481—492.