

WŁADYSŁAW BYSZEWSKI

## WYNIKI BADAŃ NAD BIOLOGIĄ KWITNIENIA *lupinus luteus* L.

Zagadnienie biologii kwitnienia różnych roślin uprawnych interesowało rolników do niedawna głównie ze względu na konieczność opracowania techniki wykonywania krzyżówek w celu uzyskiwania nowych odmian. Dlatego też podręczniki hodowli roślin z końca XIX w. i początku XX wieku wiele miejsca poświęcały tym zagadnieniom. Przyjmowano jednak, że budowa kwiatów i przebieg zapylenia i zapłodnienia jest cechą stałą dla gatunku. Dopiero w późniejszym okresie w wyniku bardziej szczegółowej analizy tych zjawisk wykazano, że ulegają one dużym wahaniom zarówno u poszczególnych biotypów, jak i pod wpływem czynników środowiskowych. W związku z tym zjawiska biologii kwitnienia w coraz większym stopniu stanowią podstawę badań zarówno hodowlanych, jak i uprawowych. Jest to tym ważniejsze, że plon nasion u wielu roślin limitowany jest głównie przebiegiem kwitnienia. Tak więc dążąc do zwiększenia plonu nasion, musimy starać się znaleźć optymalne warunki dla przebiegu kwitnienia, zapylenia i zapładniania kwiatów.

Ilość wytwarzanych kwiatów na roślinie jest bardzo zmienna i zależy między innymi od ilości pędów kwiatowych, a na jednym pędzie od ilości pięter w kwiatostanie i ilości kwiatów na poszczególnych piętrach. Łubin żółty wytwarza na każdym pięttrze pięć kwiatów i tylko w rzadkich przypadkach obserwujemy pewne odchylenia.

Tak więc ilość wytworzonych kwiatów na pędzie wynika głównie z ilości pięter w kwiatostanie. Ilość ta jest bardzo zmienna i zależy od właściwości odmiany oraz czynników środowiska. W naszych badaniach w warunkach polowych obserwowaliśmy występowanie od 3 do 13 pięter a więc ilość kwiatów wynosiła od 16 do 65.

Odchylenia od typowej budowy kwiatostanów mogą być wynikiem spontanicznych lub sztucznych mutacji, porażenia roślin przez choroby wirusowe, a niekiedy zmienionych warunków środowiskowych. Zwykle mają one charakter anomalii: poszczególne kwiaty ulegają deformacji przekształcając się niekiedy nawet w pędy boczne.

Troll (1958) opisał spontaniczne mutacje o kwiatostanach zbitych, u których ós kwiatowa jest znacznie skrócona. W naszych badaniach stwierdziliśmy liczne i różno-

rodne deformacje budowy kwiatostanów powstające pod wpływem porażenia roślin chorobami wirusowymi.

Z czynników środowiskowych najsilniej wpływały na budowę kwiatostanów warunki świetlne. W badaniach wazonowych wykazano, że ilość pięter w kwiatostanach była tym większa im bardziej intensywne było światło i dłuższy okres naświetlania. Wydaje się ciekawe, że dodatkowe ciągłe naświetlanie można zastąpić przerwaniem okresu ciemności. Jeżeli w połowie okresu ciemności zastosowaliśmy naświetlanie przez dwadzieścia minut, wówczas ilość pięter w kwiatostanie zwiększyła się od kilku do kilkudziesięciu procent.

Zjawisko to wystąpiło szczególnie wyraźnie w warunkach małej wilgotności gleby (30% mpk). W tych warunkach ilość pięter kwiatowych zwiększyła się o 70%.

Pojedynczy kwiat osadzony jest w kielichu złożonym z działek mniej lub więcej zrosniętych i składa się tak jak u wszystkich motylkowatych z pięciu płatków korony: chorągiewki dwóch skrzydełek i zrosniętej z dwóch części łódeczki. Jednakże wielkość kwiatków oraz ich budowa może ulegać dużym odchyleniom u różnych mutantów. Zachow i Kress (1952) opisali mutanty, u których zrosnięcie łódeczki było zredukowane do minimum. Inną mutację opisał Hackbarth (1955) i w tym przypadku zrosnięcie łódeczki w ogóle nie wystąpiło. Mutacje te były recesywne i powodowały duże zakłócenia w normalnym przebiegu zapylenia. Troll, Jagoda i Kuncce (1963) opisali formy poliploidalne odznaczające się zwiększonymi rozmiarami wszystkich części kwiatka.

Zasadnicza barwa kwiatów łubinu żółtego jest dosyć stała jak dotychczas wyodrębniono trzy odcienie koloru żółtego: chromowy, typowo żółty i cytrynowy.

W badaniach polowych dotyczących ilości wytwarzanych kwiatów na jednym kwiatostanie, wykazaliśmy statystycznie udowodnione różnice międzyodmianowe. Poszczególne odmiany jednak różnie reagowały na czynniki środowiska. Odmiana Popularny wytwarza na przykład tym więcej kwiatów im wcześniejszy jest termin siewu, natomiast Mazowiecki zwiększa ilość kwiatów przy nieco opóźnionym wysiewie. Wszystkie odmiany zasadniczo wytwarzają więcej kwiatów przy rzadkim wysiewie, przy większej wilgotności gleby i przy krótszym okresie światła dziennego. Większe nawożenie mineralne obniża ilość wytwarzanych kwiatów tylko przy większej wilgotności gleby. Natomiast w warunkach suszy zjawisko to nie występuje.

Najwcześniej zakwitają zawsze niższe piętra kwiatostanu, przy czym poszczególne kwiaty na jednym pięttrze rozwijają się jednocześnie. Początek kwitnienia następuje w 52 do 60 dni po wschodach, a w ciągu następnych 5 do 7 dni rośliny osiągają pełnię kwitnienia.

Wiele obserwacji wskazuje, że termin zakwitania zależy głównie od warunków środowiskowych, a w znacznie mniejszym stopniu od terminu siewu. Zagadnienia te badała Goral (1966) i wykazała w latach 1958—1959, że przy różnicach w terminie siewu wynoszących 14 dni początek zakwitania różnił się tylko o 5—6 dni. Podobne wyniki uzyskał również Jaranowski (1956). Mikołajczyk (1962)

uważa, że termin zakwitania jest uwarunkowany cechami genetycznymi, jednak dużą rolę modyfikacyjną odgrywają czynniki środowiska. W naszych wieloletnich badaniach kalendarzowy termin zakwitania łubinu w poszczególnych latach był bardzo zróżnicowany. Jednakże w jednym roku i w jednej miejscowości różnice między odmianami i zróżnicowanymi zabiegami agrotechnicznymi nie przekraczały 3—4 dni. W tych samych doświadczeniach różnice w terminie zakwitania łubinu w różnych miejscowościach dochodziły do 3 tygodni.

Zwiększenie nawożenia mineralnego powodowało opóźnienie początku kwitnienia i przedłużenie okresu od początku do pełni kwitnienia. Przy czym wpływ ten był tym wyraźniejszym im bardziej jednocześnie przedłużaliśmy okres długości światła dziennego.

W badaniach wazonowych wykazaliśmy, że termin zakwitania łubinu wyraźnie zależy od intensywności światła i długości okresu światła dziennego.

Porównując rośliny, które rosły w naturalnych warunkach świetlnych, przy których długość okresu światła dziennego wynosiła od 14 (kwiecień) do 16 (czerwiec) godzin z roślinami, którym okres ten skrócono do 10 godzin uzyskano opóźnienie terminu kwitnienia o 10—14 dni. Jednakże poszczególne odmiany nieco różniły się w reagowaniu na długość dnia.

Literatura omawiająca zagadnienie reakcji fotoperiodycznej łubinu żółtego jest mało wyczerpująca, a wyniki nie zawsze są zgodne.

Malarski i Sypniewski oraz Kress zaliczają łubin żółty do roślin dnia krótkiego, Kuperman (1962) do neutralnych a Hackbarth i Rudolf, Troll (1956), Grzesiuk i Sojka (1959) do roślin dnia długiego. Autorzy ci wykazali jednak różnice międzyodmianowe i reakcję roślin uzależnioną ponadto od etapów ontogenezy: w pierwszych etapach ontogenezy rośliny rozwijają się szybciej, przy dłuższym dniu a w okresie tworzenia się elementów kwiatu szybciej przy dniu krótkim. Badania Kubok (1964) wykazały, że pod wpływem krótkiego dnia następuje opóźnienie zróżnicowania stożka wzrostu, opóźnienie kwitnienia i dojrzewania. W naszych badaniach zwiększenie intensywności światła bądź przedłużenie okresu długości światła dziennego, jak również krótkotrwałe przerwanie okresu ciemności powodują szybszy wzrost i przyspieszenie kwitnienia.

W warunkach doświadczenia wazonowego, gdy można było zróżnicować wyłącznie okres długości światła dziennego przy jednoczesnym wyrównaniu wilgotności gleby i temperatury w wyniku przedłużenia okresu światła z 12 do 14 godzin uzyskano skrócenie czasu od kiełkowania do kwitnienia o 6%. Zastosowanie naświetlania przez 24 godz. skróciło ten okres o 40%.

Rośliny poddane ciąglemu naświetlaniu były wyższe, oraz wytwarzały większą suchą masę i posiadały więcej kwiatów. Stąd można wnioskować, że łubin należy zaliczyć do roślin dnia długiego.

Również odnośnie sposobu zapylania się łubinu żółtego istnieją sprzeczne opinie.

Hackbarth i Troll (1956) uważają, że budowa kwiatów łubinu skłania je raczej do samozapylecia. Zjawisko to jednak wg tych autorów zależy od właści-

wości genetycznych oraz czynników zewnętrznych takich, jak odległość od pasieki, warunków pogody itp. Wg Aleksiejenko (1951) pełne zapylenie u łubinu żółtego następuje w zamkniętych kwiatach na krótko przed ich otwarciem. Stąd wnioskuje on, że łubin żółty jest samopylny. Podobny pogląd wyraża Mackiewicz. Schaparov (1937) stwierdził, że zapylenie może przebiegać prawidłowo pod izolatorami pergaminowymi i z perlonu. Izolowanie całej rośliny izolatorami z gazy zwiększa stopień samozapylenia. Przebieg zapylenia i zapłodnienia pozostaje w wyraźnej zależności od budowy i żywotności pyłku. Zagadnieniem tym zajmowało się wielu autorów między innymi Aleksiejenko (1951), Mackiewicz (1958), Brodowska (1967) i Kubok (1964). Wykazali oni, że okres od początku różnicowania się kwiatków do początku kwitnienia trwa około 22 dni i ulega silnym wahanom pod wpływem warunków ekologicznych. Pylek jest funkcjonalny przez okres 1—2 dni po wysypaniu się z pylników. Normalnie rozwinięte rośliny mają pyłek jednolity lub prawie jednolity z występowaniem do 10% pyłków różniących się wielkością. U form poliploidalnych w zasadzie następuje zwiększenie rozmiarów pyłku o około 25%, przy czym u form tetraploidalnych obserwuje się często deformacje. U roślin chorych zwłaszcza na choroby wirusowe Mackiewicz (1958), Kazimierski (1961), Byszewski (1956), Błaszczak (1964) obserwowali znaczne zróżnicowanie wielkości pyłku, co jest jedną z głównych przyczyn obniżenia plonu nasion łubinu. Hulewiczowa, Kubok, Brodowska, Kazimierski wykazali silny wpływ czynników zewnętrznych na przebieg faz rozwojowych. W zależności od warunków środowiskowych, kwiatki łubinu mogą otwierać się we wcześniejszej fazie rozwojowej bądź późniejszej, wobec czego dojrzały pyłek może wysypywać się na zewnątrz kwiatu lub zapyłać znamię własnego kwiatka. Ponadto pylniki i załączniki roślin z objawami wirusa mozaiki bywają w dużym stopniu zdegenerowane i kwiaty takie wytwarzają znaczne ilości pyłku zdegenerowanego. Siła kiełkowania pyłku i energia wzrostu łagiewek są w dużym stopniu uzależnione zarówno od zdrowotności roślin, jak i warunków ekologicznych. Ostatecznie zapłodnienie w mniejszym stopniu zależy od zdolności stymulacyjnych znamion, natomiast w większym stopniu od właściwości pyłku. Stwierdzono, że choroby wirusowe obniżają zarówno siłę kiełkowania pyłku, jak również żywotność znamion, dlatego też mają zasadniczy wpływ na plon nasion łubinu.

Bardzo ważne i o dużym znaczeniu gospodarczym jest zjawisko odpadania kwiatków i załączków strąków. Istnieje szereg prac i teorii wyjaśniającym to zjawisko. Między innymi wykazano, że istotną proces separacji jest rozpuszczenie ścianek komórkowych jednej lub wielu warstw komórek.

Krauss i Kaybill oraz Chandler stwierdzili, że odpadanie zawiązków owoców wiąże się ze sposobem odżywiania roślin a zwłaszcza od właściwego stosunku węglowodanów do azotu. Ensweller i Stuard wiążą to zjawisko z substancjami wzrostowymi. Ponadto wielu badaczy zwraca uwagę na zależność między zjawiskiem odpadania kwiatków a ilością liści na roślinie. Między innymi Guttridge, Thomson i Listowski wykazali, że poprzez defoliację można regulować proces kwitnienia.

W związku z powyższym podjęliśmy w latach 1962—64 badania wazonowe oraz polowe mające na celu wyjaśnienie czy stosując defoliację oraz opryskiwanie substancjami wzrostowymi można ograniczyć odpadanie kwiatów i zawiązków strąków. Uzyskane w tych badaniach wyniki wykazały, że odpadanie kwiatów związane jest z ilością substancji wzrostowych oraz stosunkiem ilości liści do ilości kwiatów na roślinie. Zastosowanie defoliacji przy jednoczesnym opryskiwaniu kwiatostanów Betoxanem (zawierającym kwas naftoxyoctowy) w ilości 0,5 ml na 100 ml wody oraz Pomonitem (zawierającym sól sodową kwasu alfa-naftylooctowego) w ilości 50 mg na 100 ml wody spowodowało wzrost plonu nasion. Pod wpływem wyżej wymienionych zabiegów uzyskano zwiększenie ilości strąków oraz ilości nasion na roślinie średnio o kilkanaście %.

W badaniach tych zaobserwowano, że najwięcej kwiatów pozostawało na roślinach, które miały około 25 liści. W warunkach naturalnych w fazie wiązania strąków, u poszczególnych odmian ilość ta wynosiła od 20 do 90 i ulegała dużym wahaniom pod wpływem czynników środowiskowych. Ilość liści na roślinie początkowo szybko przyrasta, w fazie pełni kwitnienia tempo to jest znacznie słabsze. Gdy wytworzy się w kwiatostanie już 5—8 pięter kwiatowych zaczyna się opadanie liści, które przebiega z różnym nasileniem w zależności od odmiany i warunków środowiskowych.

Dalsze badania wykazały, że zjawisko odpadania kwiatów związane jest nie tyle z ilością liści ile z powierzchnią liści na jednej roślinie. Waha się ona w fazie pąków kwiatowych w granicach od 30 do 70 cm<sup>2</sup>, a w fazie pełni kwitnienia od 120—210 cm<sup>2</sup>. Powierzchnia liści zależy w znacznym stopniu od warunków uprawy a zwłaszcza rozstawy roślin. Ze zbadanych różnych cech morfologicznych łubinu najsilniej podlegały zmienności świeża i sucha masa pędów oraz ilość i powierzchnia liści na roślinie. Analizując przyczyny opadania kwiatów można stwierdzić, że zjawisko to jest związane zarówno z właściwościami genetycznymi odmiany, jak również wpływem czynników zewnętrznych, z których szczególnie duże znaczenie mają zaburzenia w przebiegu zapylenia i zapłodnienia, występowanie chorób wirusowych względnie uszkodzenia powodowane przez drobne owady rodzaju *Cicadula* sp. i *Trips* sp. Barbacki (1952), Hackbarth i Troll (1956) jak również Byszewski (1966) dochodzą do wniosku, że duże znaczenie mają ponadto warunki ekologiczne. W obrębie jednego kwiatostanu najmniejszy procent kwiatów odpada na dolnych piętrach, znacznie większy na piętrach wyższych, na których często odpadają nawet wszystkie kwiaty. Zjawisko to posiada charakter ogólny i daje się zaobserwować niezależnie od odmiany i warunków uprawy. Wyraźnie mniej odpada kwiatów przy dłuższym okresie światła dziennego i większej wilgotności gleby. Jednakże w tym przypadku zaobserwowano różnice międzyodmianowe szczególnie w reakcji na nawożenie i długość światła dziennego. Różnice te najwyraźniej występują na dolnych piętrach kwiatostanu.

Ostateczny plon nasion oraz ilość strąków nie są skorelowane z ilością wytworzonych kwiatów, a głównie z ilością odpadniętych kwiatów oraz zawiązków strąków.

W pewnych warunkach roślina może wytwarzać dużo kwiatów, ale większość z nich odpada i ostatecznie plon jest niski. Przy większej wilgotności gleby, na przykład, i skróconym okresie światła dziennego rośliny wytwarzają dużo kwiatów, ale zaledwie 7 do 12 procent z nich zawiązuje strąki. W warunkach natomiast mniejszej wilgotności gleby i przy dłuższym okresie światła dziennego rośliny wytwarzają mniej kwiatów, ale 17 do 24% z nich wytwarzała strąki w wyniku czego ostateczny plon uzyskuje się wyższy.

Ponadto w doświadczeniach polowych wykazano, że odpadanie kwiatów jest mniejsze gdy rośliny sieje się wcześniej i rzadziej. Jednakże przy silniejszym nawożeniu i wczesnym siewie wpływ ilości wysiewu się zaciera.

Szczególnie ciekawe wydaje się, że różne odmiany różnie reagują na badane czynniki, co wskazuje na to, że dążąc do hodowli odmian plennych należy je selekcjonować uwzględniając konkretne warunki środowiskowe. Ponieważ stwierdzono, że z górnych pięter kwiatostanu odpada olbrzymia większość kwiatów, więc tę część kwiatostanu należy głównie uwzględnić dążąc do zwiększenia plonu.

Reasumując omawianie wyników badań nad biologią kwitnienia łubinu żółtego należy zwrócić uwagę na następujące momenty:

1. Budowa kwiatu i przebieg kwitnienia roślin w obrębie gatunku *Lupinus luteus* są dość zmienne. Przy pomocy metod hodowlanych i uprawowych już obecnie dostępnych można pokierować tymi zjawiskami tak, aby uzyskać maksymalne korzyści praktyczne.

2. W naszych warunkach ekologicznych głównym czynnikiem limitującym wysokość i wierność plonu nasion łubinu jest przebieg kwitnienia. Wydaje się, że hodowla odpowiednich odmian, defoliacja w okresie początku kwitnienia, oraz oprysk kwiatów preparatami hormonalnymi mogą w znacznym stopniu spowodować bardziej korzystny przebieg kwitnienia, a tym samym zwiększyć plon nasion.

#### LITERATURA

- Aleksiejenko A. I., 1951. Żizniesposobnost pylcy i rylca u lupina. Selekcja i Siemienowodstwo t. 18, z. 11.
- Barbacki S., 1952. Łubin. PWRiL Warszawa s. 30—31.
- Błaszczak W., 1964. The narrow-leaf virus disease of the yellow lupine in Poland. Wiss. Zeitschr. der Karl Marx Univ. Leipzig, Jahrb. 13, s. 739—742.
- Brodowska A., 1962. Badania kwitnienia i zapyłania uprawnych gatunków łubinu. Biul. IHAR z. 5/6.
- Brodowska A., 1967. Badania nad biologią kwitnienia i zapyłania trzech uprawnych gatunków łubinu. IHAR. Praca doktorska.
- Byszewski W., Majewski A., 1956. Choroby wirusowe łubinów żółtych, Nowe Rolnictwo nr 7, s. 533—536.
- Byszewski W., 1959. Wpływ wody i światła na wzrost roślin oraz alkaloidów w łubinie żółtym (*Lupinus luteus* L.), cz. I, Wpływ wilgotności gleby, Hodowla Roślin, Aklim. i Nas. t. 3, z. 4, s. 439—464.
- Byszewski W., 1960. Wpływ wody i światła na wzrost roślin oraz alkaloidów w łubinie żółtym (*Lupinus luteus* L.) cz. II, Wpływ światła. Hod. Roślin, Aklim. i Nas. t. 4, z. 1, s. 75—76.

- Byszewski W., 1962. Badania nad wpływem różnej wilgotności gleby i długości dnia na wzrost dwóch odmian łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), Biul. IHAR nr 5/6, s. 45—52.
- Byszewski W., Szklarska J., 1962. Wpływ niektórych czynników ekologicznych na przebieg kwitnienia i plon nasion łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), Biul. IHAR nr 5/6, s. 25—35.
- Byszewski W., Jakubiec A., 1963. Zmienność pędów u łubinu żółtego (*Lupinus luteus* L.), Zeszyty Naukowe SGGW, Rolnictwo 7, s. 29—48.
- Byszewski W., 1964. Die wichtigsten Ertragsbegrenzenden Faktoren bei Gelblupinen in Polen. Wiss. Zeit. der Karl Marx Univ. Leipzig, Jahrb. 13, H. 4, s. 711—715.
- Byszewski W., Błaszczak D., 1966. Reakcja odmian łubinu żółtego na różne sposoby uprawy. RNR t. 90, A-4, s. 633—645.
- Byszewski W., Szklarska J., 1966. The process of flowers and fall in yellow Lupine. Advancing frontiers of plant Sciences, vol. 16, s. 71—76.
- Byszewski W., Pala J., 1968. Wpływ krótkotrwałego naświetlania na wzrost łubinu żółtego w warunkach małej wilgotności gleby. Hod. Rośl. Akl. i Nas T. 12 z. I. 1968.
- Goral M., 1966. Badania nad cechami morfologicznymi i niektórymi właściwościami fizjologicznymi oraz plonowaniem odmian i ekotypów trzech gatunków łubinu. Praca doktorska WSR Olsztyn, s. 14—16.
- Grzebiak St., Sójka E., 1959. Rozwój kwiatostanu oraz reakcja fotoperiodyczna łubinu żółtego. Zeszyty Naukowe WSR Olsztyn, t. 8, nr 58, s. 223—232.
- Hackbarth J., 1966. Polyploidie in der Gattung *Lupinus*. Acta Agriculture Scandinavica, Suppl. 16, s. 253—257.
- Hackbarth J., Troll H. J., 1956. Lupinen als Korrelegumisosen und Futterpflanzen. Handbuch der Pflanzenzucht. Berlin und Hamburg. II Aufl. Lief. 16, Band IV, Bogen 1—5, s. 7—10.
- Hackbarth J., 1955. Versuche mit Röntgenbestrahlung zur Mutationsauslösung bei *Lupinus lupinus*, *Lupinus angustifolius* und *Lupinus albus*. Zeitschr. f. Pflanzenzucht, Nr 34, s. 375—390.
- Halicz B., Leopold A., 1962. Porównanie niektórych cech kilku odmian łubinu żółtego. Zeszyty Naukowe Uniw. Łódzkiego, s. II, z. 12, s. 107, 120.
- Hulewiczowa T., 1953. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych na rozwój łubinu, RNR t. 68, A-1.
- Jaranowski J., 1956. Wpływ terminów siewu i rozstawu roślin na cechy morfologiczne i fizjologiczne różnych gatunków i odmian łubinu, RNR t. 73 A-4.
- Kazimierski T., 1961. Anomalie w budowie kwiatów i strąków u *Lupinus luteus* L., RNR t. 84, A-4.
- Kress H., 1952. Die Auffindung einer Kurzhaarigen, alkaloidfreien, platzfesten, weissamigen, frohwuchsigem gelben Lupine. Der Züchter z. 22, s. 337—338.
- Kubok I., 1964. Wzrost i rozwój łubinu w warunkach krótkiego i długiego dnia. Hod. Rośl., Aklim. i Nas. t. 8, z. 3, s. 323—345.
- Kubok I., 1966. Badania nad rozwojem różnych gatunków roślin strączkowych. Hod. Rośl., Aklim. i Nas. t. 10, z. 1.
- Kuperman F. M., 1962. Biologiczeskij kontrol w sielskom chazajstwie. Moskwa.
- Łączyńska-Hulewiczowa T., 1954. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych na rozwój łubinu. RNR t. 69, A-2.
- Łączyńska-Hulewiczowa T., 1955. Badania nad wpływem czynników zewnętrznych na rozwój łubinu. cz. II, t. 71, A-4.
- Mackiewicz Z., Tołoczko W., Kulikowska H., 1960. Wyniki doświadczeń odmianowych z łubinem pastewnym w latach 1952—56. PWRiL, Warszawa.
- Mackiewicz Z., 1958. Żywotność pyłku u trzech gatunków łubinu. RNR t. 79, A-1.
- Mikołajczyk I., 1962. Genetical studies on yellow lupin (*Lupinus luteus* L.). Part I., Spontaneous mutations in Polish yellow lupinus. Genetica Polonica, V. 3, nr 2.
- Rudolf W., 1959. Entwicklungsphysiologische Grundlagen der Pflanzenzucht. Handb. d. Pflanzenzucht, B. I, s. 225—239.

- Schaparov N. L., 1937. Über die zwangsläufige Selbstbestäubung bei der Lupine. Bull. Appl. Bot. 21, s. 99—104.
- Tomaszewski T., 1966. Nowe metody wyboru i wyceny materiału wyjściowego oraz niektóre dane z biologii kwitnienia roślin motylkowych, Biul. IHAR Nr 1—2.
- Troll H. J., 1958. Leistungen von Wachstumsmutanten aus Müncheberger Material von *Lupinus luteus* L., Der Züchter B. 28, H. 1.
- Troll H. J., Jagoda S., Kunze A., 1963. Polyploide *Lupinus luteus* L., Der Züchter, B. 33, H. 4, s. 184—190.
- Wojtysiak A., Jasińska Z., 1959. Rozwój fazowy trzech gatunków łubinu. Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, t. VII, nr 23.