

EWA SOLARSKA

*Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach*WYNIKI NOWSZYCH BADAŃ NAD CHMIELEM
POLIPLOIDALNYM

Po odkryciu w 1937 r. prostej i skutecznej metody wytwarzania poliploidów za pomocą kolchicyny zaistniały praktyczne możliwości zastosowania i wykorzystania poliploidalności w hodowli roślin. I rzeczywiście dzięki kolchicynie, prawie że u wszystkich roślin uprawnych udało się wytworzyć formy poliploidalne. Duże nadzieje jakie początkowo pokładano w poliploidach nie spełniły się całkowicie, gdyż formy te nie dały od razu takich korzyści jakich się po nich spodziewano. Dotychczas najpoważniejsze efekty praktyczne osiągnięto u buraków cukrowych. Obecnie spośród wszystkich uprawianych w Polsce odmian buraków cukrowych około 70% stanowią odmiany poliploidalne.

Próby otrzymania poliploidów u chmielu podjęto już w 1948 r., kiedy to po raz pierwszy zastosowano kolchicynę na siewki tej rośliny (1). Właściwy program hodowli poliploidalnej zainicjowany został przez Darka (1). W wyniku traktowania roślin kolchicyną uzyskał on diploidalno-tetraploidalne chimery niektórych odmian chmielu. Wśród potomstwa otrzymanego ze swobodnego zapylenia zidentyfikował kilka roślin triploidalnych. Właśnie triploidy są celem hodowli poliploidalnej u chmielu. Rośliny tetraploidalne służą tylko do ich wytwarzania.

Chmiel triploidalny jest podobny do odmian rodzicielskich, wytwarza prawie beznasienne szyszki oraz posiada dużą żywotność i bujność. Triploid ma 2 genomy matczyne i 1 ojcowski, musi być zatem zbliżony genotypowo i fenotypowo do rośliny matczynej. Podobieństwo triploidów do tetraploidalnych form macierzystych może być bardzo pomocne w pracy hodowlanej nad nowymi odmianami. Rośliny triploidalne zawiązują bardzo mało nasion, które jak wiadomo obniżają jakość surowca. Farrar (2) stwierdził, że przeciętna zawartość nasion u triploidalnych roślin pochodzących od odmiany Fuggle wynosi 4%, w porównaniu do 25% przeciętnej zawartości nasion formy diploidalnej tej odmiany. Nasiona triploidów są takie same lub większe jak diploidów, ale najczęściej są puste. W ostatnich badaniach Haunolda (4) triploidalna żeńska odmiana dała bardzo mało nasion w warunkach kontrolowanego zapylenia. Wskutek swobodnego zapylenia inne triploidy dały 2,8% nasion w stosunku do cię-

żaru szyszek. Przeciętny ciężar nasion triploidów był istotnie niższy niż ciężar nasion diploidów.

Triploidy w porównaniu do diploidów i tetraploidów charakteryzują się na ogół większą żywotnością i bujnością. Haunold (4) badał wzrost genotypów chmielu na różnych poziomach poliploidalności i stwierdził że wszystkie triploidy dawały przeciętny dzienny przyrost 121 mm, diploidy — 103 mm i tetraploidy 53 mm. Znaleziono dodatnią korelację ($r = +0,717$) między całkowitym wzrostem i plonem na roślinie. Przeciętny ciężar szyszek z 21 triploidalnych roślin (142 mg) był niższy niż diploidalnych (169 mg) lub tetraploidalnych (146 mg). Te liczby poniekąd wpływają na korzyść diploidów, ale większy ciężar szyszek tej grupy roślin wynika z większej zawartości nasion. Triploidy generalnie plonują znacznie lepiej (w szyszkach na roślinie) niż diploidy czy tetraploidy.

Ciekawym zjawiskiem towarzyszącym często sztucznej poliploidyzacji jest zachwianie równowagi w dziedziczeniu płci i występowanie w związku z tym form obojnaczych. Zmiany takie można zauważyć u roślin dwupiennych między innymi właśnie u chmielu. W triploidalnym potomstwie pochodzącym z krzyżówek między tetraploidami i diploidami występuje powien procent obojnaków. Według Haunolda (6) odsetek ten wynosił 26,5 w tym było 18,1% roślin z przeważającą ilością kwiatów męskich, 2,1% z przeważającą ilością kwiatów żeńskich oraz 6,3% z mniej więcej równą ilością obu typów kwiatów. Wystąpił również 1,9% osobników wyłącznie męskich. Powszechnie uważa się, że chmiel diploidalny (*Humulus lupulus*; $2n = 20$) posiada chromosomy płci XX w roślinach żeńskich i XY w roślinach męskich (6,8). Przypuszcza się, że addytywna para autosomów może mieć współdziałanie w wyrażeniu płci (6). Jeśli przyjmując obszerniej uznany pogląd pojedynczej pary chromosomów płci (8), to tetraploidalny chmiel musi mieć 4 chromosomy X i produkować diploidalne gamety XX. Diploidalna męska forma XY może produkować gamety X lub Y. W wyniku czego z krzyżówek między tetraploidami i diploidami możliwe jest uformowanie się 2 rodzajów gamet, a mianowicie XXV i XXX, przyjmując normalną segregację chromosomów płci. Wyniki badań Haunolda, (6) sugerują, że typy XXV są obojnakami. W chromosomach tych występują geny modyfikujące, oddziałujące na stopień żeńskości lub męskości wyrażenia płci. Rośliny w 100% męskie są znajdowane sporadycznie.

W krzyżówkach między tetraploidami a diploidami otrzymuje się oprócz form poliploidalnych o pełnych genomach również aneuploidy. Najliczniejszą grupą pochodzącą z tych krzyżówek są oczywiście triploidy (około 75%) z liczbą chromosomów $2n = 30$. Klasyfikacja aneuploidów obejmuje różne postacie kompleksów chromosomowych mieszczące się zasadniczo w 2 grupach: z mniejszą liczbą chromosomów od liczby eu-

ploidalnej i z większą liczbą chromosomów od liczby euploidalnej. Haunold (6) zidentyfikował rośliny, które miały mniej chromosomów ($2n = 29$) i rośliny z dodatkowym chromosomem. Znalazł on również przypadkowo rośliny z 28, 32, 33, 39, 41 lub 42 chromosomami. Kilka roślin posiadało tetraploidalny zestaw chromosomów. Pochodzenie większości tych genotypów z łatwością da się wyjaśnić. W wyniku normalnej mejozy tetraploidalnych roślin żeńskich powstają 20-chromosomowe komórki jajowe. Po zapłodnieniu tych komórek jajowych pyłkiem diploidalnej męskiej formy tworzą się triploidalne zygoty. Sporadycznie jeden lub więcej chromosomów może się opóźnić podczas mejozy u tetraploidów i odwrotnie mogą być formowane gamety z dodatkowymi chromosomami podczas segregacji w mejozie I. Taki sposób zachowywania się chromosomów powoduje powstanie aneuploidów zaszeregowanych do klas 28 i 29 chromosomowych lub z liczbą chromosomów między 30 i 40. Nie otrzymano żadnego genotypu z liczbą chromosomów między 34 a 38. Jest to prawdopodobnie spowodowane zmniejszeniem żywotności zygot w wyniku wysokiej nierównowagi liczby chromosomów. Podane sytuacje zaobserwowano w krzyżówkach między triploidami, a diploidami. Chociaż nie oczekiwano roślin z liczbą chromosomów większą niż 40. Aneuploidalny pyłek należy raczej wykluczyć, ponieważ do większości krzyżówek brane są znane formy diploidalne. W dotychczasowych badaniach nad chmielem nie stwierdzono występowania poliploidalnych genotypów męskich. Jeśli komórka jajowa z 31 lub 32 chromosomami powstała z nierównej segregacji w mejozie I zostanie zapylona 10-chromosomowym ziarnem pyłku daje w rezultacie 41 lub 42-chromosomowe zygoty. Identyczne zygoty mogą powstać przez zapłodnienie 20 lub 21-chromosomowych komórek jajowych niezredukowanym pyłkiem ($2x$). Tetraploidalne genotypy biorą początek z zapłodnienia 30-chromosomowej komórki jajowej 10-chromosomowym pyłkiem. Wśród aneuploidalnych typów dla analizy genetycznej najciekawsze są formy trisomiczne o ogólnym wzorze $2n + 1$. Typów trisomicznych w określonym gatunku może być tyle, ile wynosi jego podstawowa liczba chromosomów. Jest rzeczą charakterystyczną, że u szeregu gatunków obecność określonego dodatkowego chromosomu objawia się fenotypowo zawsze w ten sam sposób. Na tej podstawie typy trisomiczne u niektórych gatunków w populacji aneuploidów są stosunkowo łatwe do odróżnienia. Genetycy pracujący nad chmielem obserwowali rośliny, które były trisomikami. Ono i Wada opisali „nieowłosioną” roślinę podobną do trisomicznej znalezionej przez Haunolda (5). Trisomik znaleziony przez Haunolda, wystąpił w potomstwie rośliny diploidalnej ze swobodnego zapylenia i był formą męską. Fenotyp tej rośliny różnił się wybitnie od typów diploidalnych. Trisomik w pierwszym roku był mniej żywotny ale ujawniał tendencje do owijania się. Sadzonki trudniej się ukorzeniały niż chmielu

diploidalnego. Stosunkowo duża liczba zawiązanych nasion pochodzących z zapylenia pyłkiem trisomicznej rośliny wskazuje na wysoką proporcję zdolnych do życia gamet. Jest to prawdopodobnie spowodowane regularnym rodzieleniem dodatkowego chromosomu w metafazie I. Potomstwo krzyżówek triploidów z diploidami ma zwykle duży procent trisomików. Ponieważ chmiel jest byliną i może być rozmanażany wegetatywnie, utrzymywanie trisomicznych gentoypów nie stanowi problemu. Dotychczasowe wyniki uzyskane nad sztucznymi poliploidami chmielu wskazują na to, że hodowla poliploidalna tej rośliny ma szanse odegrania w przyszłości dużej roli. Równocześnie badania nad poliploidami umożliwią dokładniejsze poznanie chmielu od strony genetycznej.

LITERATURA

1. Dark S.O.S.: The use of poliploidy in hop breeding. Wye College, University of London Dept. of Hop Research; Annual Report, 1952.
2. Farrar R.F.: Seed content of triploid hops: Further investigations. Wye College, University of London Dept. of Hop Research; Annual Report, 1957.
3. Gesner M.: Nowe poznatki z umělé indukce poliploidie. VUCH Žatec, 1970.
4. Haunold A.: Fertility studies and cytological analysis of the progemy of a triploid x diploid cross in hop *Humulus lupulus* L. Can. J. Genetics Cytology, 1970.
5. Haunold A.: A trisomic hop, *Humulus lupulus* L. Crop Science, 1968.
6. Haunold A.: Cytology, sex expression and growth of a tetraploid x diploid cross in hop (*Humulus lupulus* L.) Crop Science, 1971.
7. Haunold A., Likens S.T., Horner C.E.: Registration of Fuggle T. autotetraploid hop germplasm. Crop Science, 1971.
8. Jacobsen P.: The sex chromosomes in humulus. Hereditas, 1957.
9. Neve R.A., Farrar R.F.: Wye College, University of London Dept. of Hop Research; Annual Report, 1954.
10. Tarkowski Cz., Zub L.: Chmiel poliploidalny i jego wartość użytkowa. Postępy nauk rolniczych 2, 1959.