Studia nad kariologią *Brassica napus* L. var. *biennis* (Schübler et Mart.) Rchb. i *Brassica napus* L. var. *typica* Posp.

Karyological studies in the species Brassica napus L. var. *biennis* (Schübler et Mart.)
Rchb. and *Brassica napus* L. var. *typica* Posp.

K. BIJOK

WSTĘP

Przedmiotem niniejszej pracy było cytologiczne opracowanie gatunku *Brassica napus* L., jego odmiany ozimej *Br. napus* L. var. *biennis* (Schübler et Mart.) Rchb. i jarej *Br. napus* L. var. *typica* Posp. z uwzględnieniem form hodowanych na terenach Polski*.

Badania nad liczbą chromosomów *Br. napus* przyniosły rozbieżne wyniki. Laibach (1907) podał dla tego gatunku haploidalną liczbę chromosomów $n = 16$, a Karpeczenko (1923) oraz Catcheside (1934) i Schiemann (1935) $n = 18$, $2n = 36$. Poprawna liczba $n = 19$, $2n = 38$ została stwierdzona przez Morinaga (1929), Nagai i Sasaoka (1930) i U (1935) na materiale pochodzenia europejskiego i azjatyckiego. Howard (1938) na materiale europejskim również znalazł u *Br. napus* L. $n = 19$. Liczba ta zgodna jest z sumą liczb chromosomów domniemyanych form rodzicielskich tego amfidiploidalnego gatunku.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań obu odmian w postaci młodych pączków kwiatowych i nasion został zebrany w 1954 r. z poletek doświadczalnych Zakładu Hodowli Roślin Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie. Materiał var. *biennis* obejmował osiem form, a mianowicie: gorczańską, koszalińską, nadwiślańską, nakielską, poświęcką, skrzyszowicką, śląską i sobótkowską. Nasiona ich zostały sprowadzone w 1953 r. za pośrednictwem Stacji Oceny Odmian w Łęgajnach pow. Barczewo woj. olsztyńskie z następujących miejscowości: forma gorczańska —

* Należy zaznaczyć, że odmiany rzepaku ozimego i jarego *Brassica napus* L. w podręcznikach hodowli ogólnej i szczegółowej uprawy roślin mają inną nomenklaturę, a mianowicie: rzepak ozimy — *Br. napus* L. var. *oleifera* Metzger forma *biennis* Thel. i rzepak jary — *Br. napus* L. var. *oleifera* Metzger forma *annua* Thel.

ze Stacji Selekcji Roślin, Górka Narodowa k. Krakowa; koszalińska — z Centralnego Zarządu Selekcji Roślin, Stacja Selekcji Roślin w Strzelęcinie pow. Koszalin; nadwiślańska — ze Stacji Selekcji Roślin Kazimierza Wielka „Selecta” Kraków; nakielska — z Sandomiersko-Wielkopolskiej Hodowli Nasion, Antoniny; poświęcka — z Instytutu Uprawy i Nawożenia Gleby, Poświętne, woj. warszawskie; skrzeszowicka — z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Stare Olesno; śląska — ze Stacji Selekcji Roślin, Komarów pow. Świdnica i sobótkowska — ze Stacji Selekcji Roślin, Sobótka pow. Ostrów Wielkopolski.

Materiał var. *typica* obejmował dwie formy, a mianowicie: czyżowską i mazowiecką. Odmiany te zostały sprowadzone z Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Puławach w 1952 r.

Pączki kwiatowe utrwalono w terenie. Zanurzano je na okres 3 minut w mieszaninie alkoholu 950/0 z kwasem octowym lodowatym (w stosunku 3:1), a następnie przenoszono do utrwalacza Navashina. Korzonki wykiełkowanych na bibule nasion były również utrwalane w utrwalaczu Navashina.

Materiał zatopiony w parafinie 52°, pokrajany na skrawki o grubości 10 mikronów, barwiony był fioletem gencjanowym i różnicowany roztworem fenolu w ksylenie (1:3).

Rysunki wykonano aparatem Zeissa spod mikroskopu Lumipan przy użyciu obiektywu 90 × w połączeniu z okulem kompensacyjnym K 20 × Zeissa.

LICZBA CHROMOSOMÓW I ICH MORFOLOGIA

Liczbę chromosomów badałem w metafazach somatycznych merystemów stożków wzrostu korzeni oraz w diakinezie, metafazie I i anafazie II podziału mejozytycznego komórek macierzystych pyłku.

W wyniku badań potwierdziłem u wszystkich form obu odmian liczby $n = 19$, $2n = 38$ (fig. 1, 2) ustalone poprzednio przez Morinaga (1929), Nagai i Sasaoka (1930), U (1935) i Howarda (1938).

Chromosomy w obrębie poszczególnych somatycznych płytek metafazowych obu odmian różnią się pod względem morfologii i długości. Według wytycznych ustalonych przez Lewitsky'ego (1931) dla morfologii chromosomów, można je podzielić na trzy grupy: chromosomy równoramienne, nierównoramienne bez trabantów i nierównoramienne z trabantami (tab. 1).

JĄDRA METABOLICZNE

U obu odmian *Br. napus* L. zdołałem zaobserwować charakterystyczne struktury w jądrach metabolicznych. Występują w nich dość trudno barwiące się chromocentry w liczbie około 38 (fig. 3, 4). Kształt i wielkość ich wykazują pewien stopień zróżnicowania. Średnica 34 chromocentrów mniej lub więcej kulistych wynosi około 0,2 mikrona, 4 chromocentry natomiast są wydłużone: długość ich

Fig. 1—2 Metafazy somatyczne. Somatic metaphases. 1. *Brassica napus* L. var. *biennis* (koszaliński), 2. *Br. napus* L. var. *typica* (Czyżowski) 2400 ×

Fig. 3 i 4. Jądra metaboliczne z widocznymi chromocentrami. Chromocentres in the metabolic nuclei. 3. *Br. napus* L. var. *biennis* (koszaliński), 4. *Br. napus* L. var. *typica* Posp. (Czyżowski) 2400 x.

Tabela 1

Porównanie długości i proporcji ramion chromosomów *Brassica napus* L. var. *biennis* (Schübler et Mart.) Rchb. i *Brassica napus* L. var. *typica* Posp.

Typy chromosomów wg długości chromosomów Lewitsky'ego	Przybliżona długość chromosomów w mikronach	Proporcje ramion	Liczba par u <i>Brassica napus</i> var. <i>biennis</i> (2n = 38)		Liczba par <i>Brassica napus</i> var. <i>typica</i> (2n = 38)	
			z trabantem	bez trabanta	z trabantem	bez trabanta
I	2.0	1:1	—	5	—	4
	1.5	1:1	—	3	—	5
	1.0	1:1	—	4	—	3
	0.5	1:1	—	1	—	1
II	2.0	2:1	—	3	—	3
	1.5	2:1	—	1	—	1
III	2.0	2:1	1	—	1	—
	1.5	2:1	1	—	1	—

wynosi około 0,5 mikrona, a budowa ich jest jakby podwójna. Leżą one zazwyczaj w sąsiedztwie jąderka.

Na podstawie prac Heitza (1933) i Góreckiej (1956) można przyjąć, że

dłuższe chromocentry mogą przedstawiać długie części heterochromatynowe w dwóch parach chromosomów, lub też, że chromocentry te odpowiadają przewężeniom wtórnym wraz z trabantem w distalnych końcach ramion. Ostatnia koncepcja wydaje się bardziej prawdopodobna, ponieważ dwie pary chromosomów *Br. napus* mają trabanty (tab. 1).

CECHY SYSTEMATYCZNO-MORFOLOGICZNE I ROZMIESZCZENIE GEOGRAFICZNE

W obrębie poszczególnych gatunków rodzaju *Brassica* występują odmiany, które ze względu na użyteczność w różnych gałęziach przemysłu są często uprawiane przez człowieka.

Według Farmakopei Polskiej III (1954) *Br. napus* L. jest rośliną dostarczającą surowca leczniczego. W rolnictwie zaś stanowi jedną z najważniejszych roślin oleistych.

W pierwszych latach zeszłego stulecia obie odmiany *Br. napus* L. uważane były przez pewnych systematyków za mieszańce pomiędzy *Br. oleifera* i *Br. rapa*. Dopiero Metzger (1883) podał opis *Br. napus* jako samodzielnego gatunku z wyróżnieniem dwu odmian var. *biennis* i var. *typica*. Ujęcie Metzgera zachowało się do dnia dzisiejszego. Na podstawie badań kariologicznych wiadomo, że gatunek ten jest istotnie pochodzenia mieszańcowego. Za drugą formę rodzicielską jednak uważana jest obecnie nie *Br. rapa*, lecz *Br. campestris*.

Na tabeli 2 zestawione są różnice cech systematyczno-morfologicznych *Br. napus* L. var. *biennis* i *Br. napus* L. var. *typica*. Analizę cech oparłem na porównaniu żywych roślin z uwzględnieniem danych z literatury (Hegi 1926, Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953).

Różnorodne formy hodowane *Br. napus* L. var. *biennis* i *Br. napus* L. var. *typica* wykazują dość znaczne zróżnicowanie pod względem morfologicznym. Różnice te dotyczą najczęściej następujących cech: zabarwienia kwiatów, występowania antocjanu, wyglądu liści i łuszczyń, wysokości i grubości łodygi, liczby bocznych rozgałęzień, wielkości nasion i ich zabarwienia oraz liczby nasion w łuszczyńce. Poszczególne formy różnią się również pod względem fizjologicznym, jak np. długością okresu wegetacji, odpornością na działanie niższych temperatur i w końcu odpornością na działanie szkodników zwierzęcych. Jak wykazały prace Sylvena (1922), Dotzlera i Madera (1931), Schlössera (1936), Rudorfa i Stelznera (1938) na ogół cechy te są dziedziczne. Różnice pomiędzy formami nie są związane z liczbą chromosomów ani też z ich morfologią. Mają one przypuszczalnie podłoże genowe. Odnosi się to do odmian uprawianych w Polsce.

Zasięg uprawy *Br. napus* L. jako rośliny oleistej jest bardzo szeroki. Występuje ona bowiem nie tylko na terenach Europy, północnej Afryki, południowej Azji, na niektórych obszarach południowej i północnej Ameryki, ale również i w Australii. W uprawie są na tych terenach zarówno formy ozime, jak i jare.

Tabela 2

Różnice w morfologii *Brassica napus* L. var. *biennis* (Schübler et Mart.) Rechb. i *Brassica napus* L. var. *typica* Posp.

	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>biennis</i> (2n = 38)	<i>Brassica napus</i> L. var. <i>typica</i> (2n = 38)
Łodyga	silnie zbudowana, masywna i sztywna	niecoby słabiej zbudowana od var. <i>biennis</i>
Korzeń	cienki, silnie wykształcony, w górnej części nieco zgrubiały	cieńszy od var. <i>biennis</i> w górnej części tak gruby jak łodyga
Liście	liście rozetki liściowej bujnie wykształcone, przypominające liście brukwi	rozetka liściowa słabiej wykształcona niż u var. <i>biennis</i> przypominająca liście rzepy
Okres kwitnienia	kwiecień — maj	lipiec — sierpień
Nasiona	średnica 1,9 — 2,8 mm	średnica 1,2 — 2,3 mm.
Trwałość rośliny	dwuletnia	jednoroczna

DYSKUSJA

Gatunki wchodzące w skład rodzaju *Brassica* posiadają różne podstawowe liczby chromosomów. W wyniku przeprowadzonych krzyżówek w rodzaju *Brassica*, Morinaga (1934) wyróżnił gatunki elementarne oraz gatunki amfiploidalne, które są przypuszczalnie pochodzenia mieszańcowego.

Podstawowymi liczbami chromosomów u gatunków elementarnych rodzaju *Brassica* są: $x = 8$ (*Br. nigra* Koch.); $x = 9$ (*Br. oleracea* L., *Br. alboglabra* Bailey); $x = 10$ (*Br. campestris* L., *Br. rapa* L., *Br. chinensis* L., *Br. pekinensis* Rupr., *Br. japonica* Sieb.); $x = 11$ (*Br. elongata* Ehrl.), (Karpeczenko 1924, Shimotomai 1925, Morinaga 1929, Schlösser 1936, Wright 1936, Richharia 1937, Howard 1939 i Sikka 1940).

Gatunki amfiploidalne rodzaju *Brassica* posiadają wtórne podstawowe liczby chromosomów 17 ($= 8 + 9$) *Br. carinata* Braun.; 18 ($= 10 + 8$) *Br. cernua* Hemsl.; 19 ($= 10 + 9$) *Br. napus* L., *Br. napella* Chaix. (Morinaga 1929, Karpeczenko 1930, Alam 1936 i Howard 1942). Powstały one przypuszczalnie na drodze podwojenia kompleksów chromosomowych po krzyżowaniu.

Dotychczas nie znaleziono formy dziko rosnącej odpowiadającej gatunkowi *Br. napus*. Rudolf (1950) na podstawie badań nad formami polskimi, niemiecki-

mi i wschodnioazjatyckimi przypuszcza, że powstawanie tego gatunku zachodziło kilkakrotnie, w różnych miejscach kuli ziemskiej i z różnych form rodzicielskich.

O mieszańcowym pochodzeniu *Br. napus* świadczą wyniki badań U (1935), Rudorfa (1943, 1950), Frandsena (1947), Olssona (1953 cyt. wg Tischlera 1956 i Müntzinga 1956) oraz Hoffmanna i Petersa (1958). Uczeni ci wykazali, że *Br. napus* jest mieszańcem międzygatunkowym; po skrzyżowaniu *Br. campestris* L. ($n = 10$) z *Br. oleracea* L. ($n = 9$) i następującym po nim podwojeniu liczby chromosomów odtworzyli oni na drodze eksperymentalnej syntetycznie *Brassica napus* ($2n = 38$).

Olsson, Josefsson, Hagberg, Ellerström (1955) krzyżując typy *rapifera* *Br. campestris* z różnymi typami *Br. oleracea* również uzyskali rośliny z liczbą chromosomów $2n = 38$.

Na podstawie pracy Heitza (1933) wiemy, że chromocentry w jądrze metabolicznym odpowiadają określonym odcinkom chromosomów, odcinkom heterochromatynowym, które w przeciwieństwie do odcinków euchromatynowych zachowują barwliwość w późnej telofazie i w jądrze interkinetycznym. Jądra metaboliczne *Br. napus* L. var. *biennis* i var. *typica* wykazują wyraźne chromocentry. Liczba ich jest w przybliżeniu równa liczbie chromosomów $2n = 38$.

Jeśli chodzi o rozmieszczenie chromocentrów w obrębie jądra, które, jak wykazał Heitz, jest charakterystyczne dla poszczególnych gatunków, u badanych odmian *Br. napus* 34 chromocentry są rozmieszczone mniej więcej równomiernie pod błoną jądrową, a 4 największe widoczne są zazwyczaj w sąsiedztwie jąderka. Możliwe jest, że te 4 chromocentry należą do dwóch par chromosomów jąderkotwórczych i odpowiadają distalnym końcom tych obu par wraz z ich trabantami. Reszta chromocentrów prawdopodobnie odpowiada odcinkom heterochromatynowym występującym w pozostałych 34 chromosomach.

Badania nad budową jąder metabolicznych u przedstawicieli rodziny *Cruciferae* były przeprowadzone przez Tschermak-Woess i Hasitschka (1953). Badania ich na *Sinapis alba* L. wykazały, że liczba chromocentrów w jądrach komórek merystemu stożków wzrostu tego gatunku również odpowiada liczbie chromosomów ($2n = 24$). Badania Heitza (1933) wykazały jednak, że taka zgodność nie zawsze istnieje. Niekiedy też liczba chromocentrów może różnić się nawet u gatunków jednego rodzaju posiadających taką samą liczbę chromosomów. Np. u *Carduus crispus* Górecka (1956) obserwowała ok. 18 chromocentrów, a u *C. nutans* tylko ok. 14; somatyczna liczba chromosomów obu tych gatunków wynosi 16.

STRESZCZENIE

W toku niniejszej pracy potwierdzono ustalone poprzednio dla *Br. napus* liczby chromosomów $n = 19$, $2n = 38$ u wszystkich zbadanych form var. *biennis* (Schübler et Mart.) Rehb. i var. *typica* Posp. Materiał obejmował osiem form odmiany var. *biennis*: gorczańska, koszalińska, nadwiślańska, nakielską,

poświęcką, skrzeszowicką, śląską i sobótkowską oraz dwie formy odmiany var. *typica*: czyżowską i mazowiecką.

W obrębie kompleksów chromosomów stwierdzone zostało zróżnicowanie pod względem morfologii, a mianowicie: długość chromosomów wynosi od 0,5 do 2 mikronów; nierównoramiennych chromosomów występuje 12 (8 + 4 Sat.), równoramiennych zaś 26.

Jądra metaboliczne obu odmian mają chromocentry, których liczba wynosi w przybliżeniu 38.

Pracę niniejszą wykonałem w Zakładzie Botaniki Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie.

Kierownikowi Katedry Anatomii i Cytologii Roślin Uniwersytetu Jagiellońskiego pani profesor dr M. Skalińskiej składam na tym miejscu najserdeczniejsze podziękowanie za cenną, wielostronną pomoc w toku pracy.

Zakład Botaniki WSR
w Olsztynie

(Wpłynęło dn. 27.1.1959 r.)

SUMMARY

In the course of the present study the chromosome number $n = 19$, $2n = 38$ was confirmed for eight forms of *Br. napus* L. var. *biennis* (Schubler et Mart.) Rehb. cultivated in Poland: gorczańska, koszalińska, nadwiślańska, nakielska, poświęcka, skrzeszowicka, śląska, sobótkowska, as well as for two forms of *Br. napus* L. var. *typica* Posp.: czyżowska, mazowiecka.

Within each set the chromosomes show some variation in respect of their morphology: the length of the chromosomes ranges from 0,5 to 2 microns; 12 chromosomes are heterobrachial (8 + 4 Sat.) and 26 are isobrachial.

In the metabolic nuclei of both varieties chromocentres in the number of about 38 were observed.

This study was carried out in the Botany Department of the School of Agriculture in Olsztyn.

LITERATURA

- Alam Z., 1936, Cytological studies of some Indian oleiferous *Cruciferae* III, Ann. Bot. 50 : 85—102.
Catcheside D. G., 1934, The chromosomal relationships in the swede and turnip groups of *Brassica*, Ann. Bot. 48: 601—633.
Dotzler F., Mader W., 1931, Ein Rapssorten Versuch in Cenad-Rumänien-Banat, Fortschr. Landw. 6: 306—307.
Farmakopea Polska III, Warszawa, 1954.
Frandsen K., 1947, The experimental formation of *Brassica napus* L. var. *oleifera* D. C. and *Brassica carinata* Braun, Dansk Bot. Ark. 12 : 16.
Górecka A., 1956, Badania cytologiczne nad trzema gatunkami rodzaju *Carduus* L., Acta Soc. Bot. Pol. 25: 719—731.
Hegi G., 1926, Illustrierte Flora von Mittel-Europa, 4/2, München: 252.
Heitz E., 1933, Die Herkunft der Chromocentren, Planta 18: 571—636.
Hoffman W., Peters R., 1958, Versuche Herstellung synthetischer und semisynthetischer Rapsformen, Der Züchter 28: 40—51.

- Howard H. W., 1938, The fertility of Amphiploids from the cross *Raphanus sativus* x *Brassica oleracea*, Journ. of Genet. 36: 239—273.
- Howard H. W., 1939, The size of seeds in diploid and autotetraploid *Brassica oleracea* L., Journ. of Genet. 38: 325—340.
- Howard H. W., 1942, The effect of polyploidy and hybridity on seed size in crosses between *Brassica chinensis-carinata* and autotetraploid *Br. chinensis*, Journ. of Genet. 43: 105—109.
- Karpeczenko G. D., 1923, The number of chromosomes and the genetic correlation of cultivated *Cruciferae*, Bull. appl. Bot. Pl.-Breed. 13.
- Karpeczenko G. D., 1924, Hybrids of *Raphanus sativus* x *Brassica oleracea*, Journ. of Genet. 14: 375—396.
- Karpeczenko G. D., 1930, A contribution to the synthesis of a constant hybrid of three species, Proc. U.S.S.R. Congr. Genet. 2: 277—294.
- Laibach Fr., 1907, Zur Frage nach der Individualität der Chromosomen in Pflanzenreich, Beih. z. Bot. Zentralbl. 22: 191—210.
- Lewitsky G. A., 1931, The morphology of chromosomes, Bull. appl. Bot. Pl.-Breed. 27: 19—173.
- Metzger J., 1883, Systematische Beschreibung der kultivierten Kohllarten, Heidelberg, Oswald
- Morinaga T., 1929 a, Interspecific hybridization in *Brassica* I. The cytology of F_1 hybrids of *Brassica napella* and various other species with ten chromosomes, Cytologia, Tokyo 1: 16—27.
- Morinaga T., 1929 b, Interspecific hybridization in *Brassica* II. The cytology of F_1 hybrids of *Br. cernua* and various other species with 10 chromosomes, Jap. Journ. of Bot. 4: 277—289.
- Morinaga T., 1934, Interspecific hybridization in *Brassica* VI. The cytology of F_1 hybrids of *Br. juncea* and *Br. nigra*, Cytologia, Tokyo 6: 62—67.
- Müntzing A., 1956, Polyploidezucht, Handb. der Pflanzenzücht. 2 Aufl.: 700—731.
- Nagai K., Sasaoka T., 1930, The number of chromosomes in the cultivated *Brassica*, Jap. Journ. Genet. 5: 151—158.
- Olsson G., Josefsson A., Hagberg A., Ellerström S., 1955, Synthesis of the ssp. *Rapifera* of *Brassica napus*, Hereditas 41: 241—249.
- Richharia R. H., 1937, Cytological investigation of *Raphanus sativus*, *Brassica oleracea* and F_1 and F_2 hybrids, Journ. Genet. 34: 19—44.
- Rudolf W., 1943, Die Bedeutung der Polyploidie für die Evolution und die Pflanzenzüchtung, Angewandte Bot. 25: 92—114.
- Rudolf W., 1950, Über die Erzeugung und Eigenschaften synthetischer Rapsformen, Zeitschr. für Pflanzenzücht. 29: 35—54.
- Rudolf W., Stelzern G., 1938, Die Abhängigkeit des Entwicklungsablaufes bei Rapa und Rüben von Tageslänge und Temperatur, Pflanzenbau 14: 1—16.
- Schiemann E., 1935, Die Chromosomenbestand der Kulturpflanzen, Züchter 7: 249—254.
- Schlösser L. A., 1936, Frosthärte und Polyploide, Züchter 8: 75—80.
- Shimotomai N., 1925, A Karyological study of *Brassica* I., Bot. Mag. Tokyo 34: 122—127.
- Sikka S. M., 1940, Cytogenetics of *Brassica* hybrids and species, Journ. Genet. 40: 441—509.
- Sylvén N., 1922, Svalöfs Primraps och Senraps, Svenriges Utsäföringstidskrift 32: 92—98.
- Szafer W., Kulczyński St., Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie, Warszawa.
- Tischler G., 1956, Allgemeine Pflanzenkaryologie Bd. II, Ergänzungsband, Angewandte Pflanzenkaryologie, III Lieferung.
- Tschermak-Woess E., Hasitschka G., 1953, Veränderungen der Kernstruktur während der Endomitose, rhythmisches Kernwachstum und verschiedenes Heterochromatin bei Angiospermen, Chromosoma 5: 574—614.
- U N., 1935, Genome analysis in *Brassica* with special reference to the experimental formation of *Brassica napus* and peculiar mode of fertilization, Jap. Journ. Bot. 7: 389—452.
- Wright F. R. E., 1936, The Lundy *Brassica* with some additions, Journ. Bot. 78: 1—8.