

Die Meiosis von di- und tetraploidem *Vitis vinifera* „Riesling“

von

G. STAUDT und M. KASSRAWI

Meiosis of diploid and tetraploid *Vitis vinifera* “Riesling”

S u m m a r y . — 1. The microsporogenesis was studied in a diploid and tetraploid strain of the variety Riesling. The pollen fertility of the diploid strain was 34% in 1971. In the diakinesis 18.7 bivalents per cell were formed, of which, on average, 2.7% were closed bivalents. The average number of univalents per cell was 0.7, varying from 0 to 4. Chiasma frequency per cell varied from 19 to 24, with a mean of 21.35. The chiasma frequency per bivalent was 1.14. The further stages of microsporogenesis were almost completely normal. No irregularities were observed during separation in anaphase I and formation of tetrads.

2. The pollen fertility of the tetraploid strain was only 16%. A variation between 1 and 9 quadrivalents was observed during the diakinesis, the average being 5 quadrivalents per cell. Trivalents were formed at an average of 0.4 per cell and univalents occurred with a frequency of 1.6 per cell, varying from 0 to 7.

Twelve different configurations of multivalents could be identified. Chains and rings were the multivalent configurations most frequently formed, i. e. 49%.

The irregularities which had appeared during microsporogenesis were ascertained by counting the micronuclei in the tetrads.

3. The reduction of pollen fertility in the tetraploid strain can, to some extent, probably be traced back to the irregularities which occurred during microsporogenesis. These irregularities were probably less due to the quadrivalents, which were usually separated quite normally, but rather to the higher frequency of univalents and the occurrence of trivalents.

Einleitung

In Übereinstimmung mit anderen Autoren (ALLEY 1957, WAGNER 1958, NARASIMHAM und MUKHERJEE 1970) haben wir in noch unveröffentlichten Untersuchungen festgestellt, daß die tetraploiden Formen der meisten Arten, Sorten und Zuchtklone der Gattung *Vitis* gegenüber den diploiden Ausgangsformen eine verminderte Pollenfertilität und weibliche Fertilität besitzen. Mit den vorliegenden Untersuchungen sollte geklärt werden, ob diese Fertilitätsverminderung auf Störungen des Meioseablaufs zurückgeführt werden kann.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an dem Riesling Klon Nr. 5 durchgeführt, dessen tetraploide Form ($2n = 76$) als Sproßmutante von BINGE bei Bernkastel-Kues, Mosel, aufgefunden worden ist (SCHERZ 1940). Der di- und tetraploide Klon wird seitdem in der Bundesforschungsanstalt für Rebenzüchtung Geilweilerhof kultiviert.

Die Infloreszenzen wurden in Alkohol-Eisessig im Verhältnis 3 : 1 fixiert und bei -5° C aufbewahrt. Die Antheren wurden nach FEULGEN gefärbt und Quetschpräparate hergestellt. Die auf diese Weise hergestellten Präparate konnten nur mit der Phasenkontrasteinrichtung ausgewertet werden.

Als günstigstes Stadium zur Auswertung erwies sich die Diakinese, die bei der $2x$ -Variante eine Untersuchung der Bindungshäufigkeit bei allen Chromosomen

ermöglichte. Für Stabbivalente wurde das Vorliegen eines Chiasmas angenommen und für Ringbivalente zwei Chiasmen. Bei der tetraploiden Variante war die Zahl der auswertbaren Zellen erheblich geringer, so daß hier auf die Feststellung der Chiasmenzahl der Bivalente verzichtet werden mußte.

Die Metaphase I erwies sich zur Auswertung der hier zur Diskussion stehenden Fragen als ungeeignet, da die Chromosomen in diesem Stadium sehr stark kontrahiert und in der Äquatorialplatte meist unübersichtlich gelagert sind.

Es wurden von der di- und tetraploiden Variante je 5—6 Infloreszenzen untersucht. Zwischen den Infloreszenzen konnten in keinem Fall signifikante Unterschiede festgestellt werden.

Die Pollenfertilität wurde durch Keimung der Pollenkörner im hängenden Tropfen untersucht. Das Medium enthielt auf 100 ml Aqua dest. 20 g Saccharose und 20 mg H_3BO_3 . Es wurden jeweils von 10 Präparaten je 100 Pollenkörner ausgezählt.

Tabelle 1

Häufigkeit der Chromosomenbindungen pro Zelle bei 2x Riesling 5. Es wurden von 5 Infloreszenzen je 20 Zellen ausgewertet (R II: Ringbivalente, I: Univalente)

| Anzahl Zellen mit | | | | | | | | | | |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3 R II | 2 R II | 3 R II | 4 R II | 1 R II | 2 R II | 1 R II | 3 R II | 4 R II | 5 R II | 4 R II |
| | | 2 I | | | 2 I | 2 I | 4 I | 2 I | | 4 I |
| 22 | 21 | 21 | 23 | 20 | 20 | 19 | 20 | 22 | 24 | 21 |
| 30 | 21 | 10 | 9 | 9 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |

Chiasmen/Zelle

Tabelle 2

Chiasma-, Ring- und Univalentenhäufigkeit bei 2x Riesling 5. Es wurden von 5 Infloreszenzen je 20 Zellen ausgewertet

| Chiasmen/Zelle | Chiasmen/Bivalent | Ringbivalente/Zelle | Univalente/Zelle |
|----------------|-------------------|---------------------|------------------|
| \bar{x} | \bar{x} | \bar{x} | \bar{x} |
| 21,35 | 1,14 | 2,68 | 0,66 |

Tabelle 3

Die Tetradenbildung bei 2x und 4x Riesling 5. Je Variante wurden von 5 Infloreszenzen 5 × 100 Zellen ausgezählt

| | Tetraden | Pentaden | Hexaden | Heptaden |
|---------------|-------------|----------|---------|----------|
| 2x Riesling 5 | 2500 (110%) | — | — | — |
| 4x Riesling 5 | 386 (77%) | 105 | 8 | 1 |
| | 434 (87%) | 65 | 1 | — |
| | 432 (86%) | 62 | 6 | — |
| | 421 (84%) | 78 | 1 | — |
| | 432 (86%) | 60 | 8 | — |

Ergebnisse

1. Die Meiosis von 2x *Vitis vinifera* Riesling 5

Als erstes Stadium im Ablauf der Meiosis wurde die Diakinese ausgewertet (Tabelle 1). In 72 von 100 untersuchten Zellen konnten neben Stabbivalenten 1—5 Ringbivalente beobachtet werden, am häufigsten waren 3 Ringbivalente. Die durchschnittliche Häufigkeit von Ringbivalenten/Zelle betrug 2,7. Bei 28% der Zellen wurden 2—4 Univalente beobachtet, was einer durchschnittlichen Häufigkeit von 0,7 pro Zelle entspricht. Die durchschnittliche Chiasmenhäufigkeit pro Zelle betrug 21,35 und pro Bivalent 1,14 (Tabelle 2). Quadrivalente wurden in keiner Zelle beobachtet.

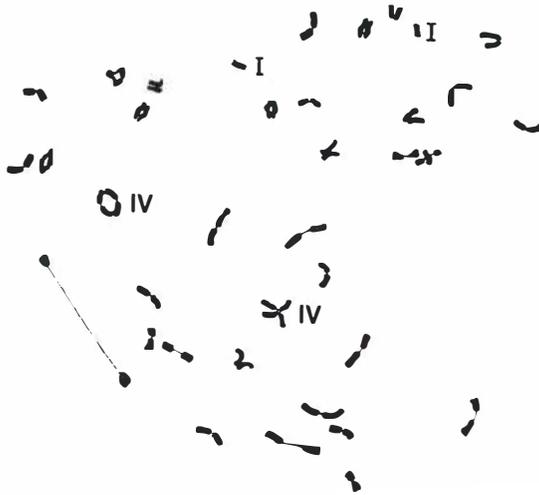
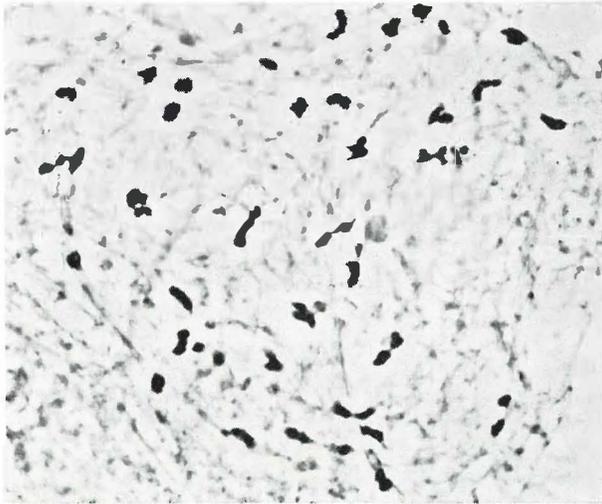


Abb. 1: Späte Diakinese von 4x Riesling 5 mit 33 Bivalenten, 2 Quadrivalenten und 2 Univalenten (Vergr. ca. 1140 \times).

Tabelle 4
Chromosomenbindungen in der Diakinese von 4x Riesling 5. Es wurden 6 Infloreszenzen untersucht

| Anzahl Zellen | Anzahl/Zelle | | | | | | | | | | | |
|------------------|--------------|------|-----------|-----------|------|-----------|------------|------|-----------|---------------|------|-----------|
| | Univalente | | | Bivalente | | | Trivalente | | | Quadrivalente | | |
| | min. | max. | \bar{x} | min. | max. | \bar{x} | min. | max. | \bar{x} | min. | max. | \bar{x} |
| 6 | 0 | 2 | 0,66 | 19 | 30 | 25,83 | 0 | 1 | 0,33 | 4 | 7 | 5,33 |
| 5 | 0 | 7 | 2,20 | 21 | 30 | 25,60 | 0 | 1 | 0,60 | 4 | 6 | 5,20 |
| 5 | 0 | 2 | 0,80 | 22 | 32 | 27,40 | 0 | 1 | 0,40 | 3 | 7 | 4,80 |
| 4 | 1 | 2 | 1,75 | 25 | 35 | 29,75 | 0 | 1 | 0,25 | 2 | 6 | 3,75 |
| 5 | 0 | 3 | 1,80 | 26 | 33 | 29,0 | 0 | 2 | 0,60 | 1 | 5 | 3,60 |
| 7 | 0 | 4 | 2,42 | 21 | 31 | 26,85 | 0 | 1 | 0,14 | 3 | 8 | 4,85 |
| 32 | 0 | 7 | 1,62 | 19 | 35 | 27,25 | 0 | 2 | 0,37 | 1 | 8 | 4,65 |

Die Verteilung der Univalente in der Anaphase I verlief in den meisten Fällen normal, so daß durch die Univalente keine nennenswerten Störungen hervorgerufen wurden. In allen weiteren Stadien konnten ebenfalls fast keine Störungen beobachtet werden. Die untersuchten Tetradenzellen sahen alle normal aus, Mikronuklei wurden niemals beobachtet (Tabelle 3). Die Pollenfertilität betrug jedoch nur 34%.

2. Die Meiosis von 4x *Vitis vinifera* Riesling 5

Besonders bei der tetraploiden Variante erwies sich die Diakinese als das einzig exakt auswertbare Stadium (Abb. 1). In der Metaphase I war es unmöglich, Quadri-valente von dicht nebeneinanderliegenden Bivalenten zu unterscheiden.

Bei durchschnittlich 27 (Variation 19—35) Bivalenten pro Zelle wurden 5 (Variation 1—9) Quadrivalente gebildet (Tabelle 4). Die Univalentenhäufigkeit war gegenüber der diploiden Variante erhöht, was unter anderem auf die zusätzlich bei der Trivalentenbildung entstehenden Univalente zurückgeführt werden kann. Pro Zelle wurden 0—7 Univalente gebildet mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 1,6 pro Zelle. Trivalente wurden in einer Häufigkeit von 0—2 pro Zelle beobachtet, die durchschnittliche Häufigkeit betrug 0,4.

Über die Häufigkeit der Multivalentkonfigurationen gibt Tabelle 5 Auskunft. Danach wurden unter den Quadrivalenten hauptsächlich Ketten und Ringe gebildet. 49% aller Quadrivalente wiesen diese Konfigurationen auf. Einige häufig vorkommende Quadrivalentkonfigurationen zeigt Abb. 2.

Tabelle 5

Häufigkeit der Multivalentkonfigurationen in der Diakinese von 4x Riesling 5 (n = 144). Schematische Darstellung und Gruppeneinteilung I—III nach LINNERT (1948)

| 2 Chiasmen | | | 3 Chiasmen | | |
|------------|----|----|------------|------------|-----|
| I | II | II | I | II | II |
| | | | | | |
| 6 | 4 | 2 | 39 | 11 | 7 |
| 4 Chiasmen | | | | 5 Chiasmen | |
| I | II | II | III | II | III |
| | | | | | |
| 26 | 14 | 13 | 4 | 14 | 4 |

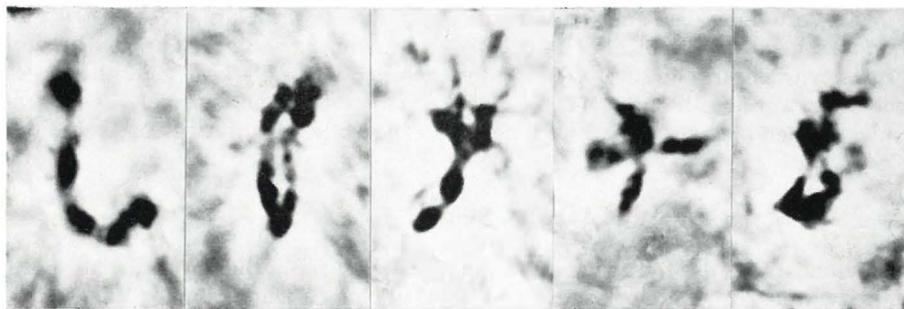


Abb. 2: Quadrivalentkonfigurationen von 4x Riesling 5 (Vergr. ca. 3160 \times).

In der Meta- und Anaphase I wurden sehr selten Störungen beobachtet. Es handelte sich z. B. um Univalente, die außerhalb der Metaphaseplatte lagen, um Früh- oder Spättrennen von einem Bivalent oder um frühzeitiges Trennen von Univalenten. Unter 15 ausgezählten Ana- und Telophasen I konnten jedoch keine Fehlver-



Abb. 3: Tetraden, Pentaden und Hexaden von 4x Riesling 5 (Mikronuklei \rightarrow) (Vergr. ca. 400 \times).

teilungen beobachtet werden. Danach dürfte mit einer weitgehend normalen Trennung und Verteilung der Quadrivalente zu rechnen sein. Störungen traten nach Univalentenbildung auf. In der Meta- bis Telophase II wurden selten einzelne bis mehrere Chromosomen abgesondert liegend beobachtet. Diese führten bei der Tetradenbildung zur Ausbildung von Mikronuklei (Abb. 3). Die Tabelle 3 zeigt, daß neben hauptsächlich normal aussehenden Tetraden auch Pentaden, Hexaden und Heptaden gebildet wurden. Der Anteil der gestörten Tetraden betrug im Durchschnitt 16%.

Die Pollenfertilität war mit 15% gegenüber der diploiden Variante auf die Hälfte reduziert.

Diskussion

Mit durchschnittlich 5 Multivalenten pro Zelle, bei einer Variation von 1—8, liegt die Häufigkeit der aufgefundenen Tri- und Quadrivalente im Bereich vieler artifiziell hergestellter autopolyploider Pflanzen. Allerdings stimmt die Multivalentenhäufigkeit nicht mit der von MORRISON und RAJHATHY (1960 a und b) postulierten Häufigkeit überein. Aufgrund ihrer Untersuchungen stellten sie die Hypothese auf, daß ca. $\frac{2}{3}$ aller Chromosomen von Autotetraploiden Multivalente bilden. In unseren Versuchen konnten wir nur ca. $\frac{1}{4}$ der Chromosomen zu Multivalenten verbunden beobachten. Daß diese geringe Multivalentenbildung nicht mit KOSTOFF (1940) auf die geringe Größe der *Vitis*-Chromosomen zurückgeführt werden muß, dafür haben MORRISON und RAJHATHY (1960 a und b) mehrere Beispiele angegeben. Wahrscheinlich ist die geringe Chiasmenbildung die Ursache für die geringe Multivalentenbildung. Bei $2x$ *Vitis vinifera* Riesling wurden ja im Durchschnitt nur 2,7 Ringbivalente pro Zelle gebildet. Das sind 1,14 Chiasmen pro Bivalent, oder 0,56 Chiasmen pro Chromosom. Bei den von MORRISON und RAJHATHY (1960 a) angeführten Beispielen betrug die Chiasmenfrequenz, bezogen auf ein Chromosom, 1,14—1,21, es wurden also doppelt so viele Chiasmen gebildet.

Am häufigsten konnten Tri- und Quadrivalente als Ketten und Ringe beobachtet werden, also als kettenförmige Multivalente, die mit einfacher Bindung aneinanderhängen (Gruppe I nach LINNERT 1948). Sie entstehen, wenn im Quadrivalent während des Pachytäns ein Partnerwechsel nahe dem Zentromer stattfindet und alle Chiasmen terminal liegen. Je nach der Anzahl der gebildeten Chiasmen entstehen Dreierketten (2 Chiasmen), Viererketten (3 Chiasmen) oder Viererringe (4 Chiasmen). 49% aller untersuchten Multivalente zeigten eine dieser Konfigurationen, wobei die Viererkette mit 27% die häufigste war.

Die Bildung weiterer sieben Konfigurationen läßt sich nur dann erklären, wenn während des Pachytäns in einem Schenkelabschnitt des Quadrivalents mindestens zwischen drei Chromosomen Chiasmen aufgetreten sind. Der Partnerwechsel findet dann in der Mitte des Chromosomenschenkels oder mehr am Ende statt, und je ein Chiasma muß zwischen Zentromer und Partnerwechsel bzw. zwischen Partnerwechsel und Chromosomenende liegen. 45% aller untersuchten Multivalente gehörten zu dieser Gruppe II (Tabelle 5).

Eine dritte Gruppe von Quadrivalenten ist dadurch charakterisiert, daß für ihr Auftreten zwei Chiasmen zwischen mehr als zwei Chromosomen an zwei Stellen notwendig sind. Quadrivalente dieser Gruppe wurden nur in einer Häufigkeit von 5% beobachtet.

UPCOTT (1935) und LINNERT (1948) haben das Auftreten der verschiedenen Multivalentkonfigurationen bei tetraploidem *Lycopersicum* und *Oenothera* eingehend untersucht. Bei *Lycopersicum* waren allein 86% aller Quadrivalente Viererringe (51,3%) und Viererketten. In einer Häufigkeit von 12% wurden Konfigurationen der Gruppe II gebildet, und nur 1,5% der beobachteten Quadrivalente gehörten zur

Gruppe III. Bei *Oenothera* wurden Multivalente der Gruppe I in einer Häufigkeit von 66% und Multivalente der Gruppe II in einer Häufigkeit von 31% gefunden. In unserem Versuch konnten wir keine bevorzugte Bildung von Multivalenten mit median gelagertem Partnerwechsel beobachten. Multivalente der Gruppe I und II traten fast in gleicher Häufigkeit auf.

Das seltene Auftreten von Quadrivalenten mit zwei Partnerwechslern, 1,5% in den Versuchen von UPCOTT, 2% in den Versuchen von LINNERT, und 5% in unseren Versuchen, kann nach LINNERT (1948) z. T. auf eine Interferenz der Partnerwechsel zurückgeführt werden. Danach würde das Auftreten eines Partnerwechsels das Auftreten eines zweiten Partnerwechsels in demselben Quadrivalent unterdrücken.

Uni- und Trivalente traten in einer Häufigkeit von 1,62 bzw. 0,37 pro Zelle auf. Die erhöhte Univalentenhäufigkeit gegenüber der diploiden Variante läßt sich z. T. auf die bei der Trivalentbildung auftretenden Univalente zurückführen. Sowohl bei der 2x- als auch bei der 4x-Variante konnten häufig ein bzw. zwei bestimmte Chromosomenpaare als univalent vorliegend identifiziert werden. Es handelte sich um ein relativ kleines Chromosomenpaar, das entweder häufig keine Chiasmen bildete oder zu einer sehr frühzeitigen Auflösung der Bindungen neigte.

Wie auch bei anderen Objekten festgestellt wurde, sind es weniger die Quadrivalente, die die Fertilität ungünstig beeinflussen, als die Univalente. Nach unseren Untersuchungen dürften bei 4x Riesling in vielen Fällen die Quadrivalente und Univalente normal verteilt werden. Nur 16% aller Tetraden wiesen überzählige Kerne auf, so daß mit der Sterilität der daraus hervorgehenden Pollenkörner gerechnet werden kann.

Die Verminderung der Fertilität der 4x-Variante — die Pollenfertilität war von 33% bei der diploiden auf 15% bei der tetraploiden Variante verringert — kann wahrscheinlich zum Teil auf Störungen des Meioseablaufs zurückgeführt werden. Im Falle der weiblichen Fertilität müssen wir mit einer ähnlichen Verminderung bei der 4x-Variante rechnen, wie unveröffentlichte Untersuchungen an anderen Rieslingklonen zeigen.

Die Ursachen der geringen Pollenfertilität und der geringen weiblichen Fertilität bei der 2x-Variante, die natürlich auch bei der 4x-Variante wirksam waren, konnten durch die vorliegenden Untersuchungen nicht geklärt werden.

Mit den bisherigen Meioseuntersuchungen an diploiden *Vitis*-Sorten stimmen unsere Ergebnisse bezüglich der Bindungshäufigkeit mehr oder weniger überein. Auch SHETTY (1959) und RAJ und SEETHAIAH (1969) haben in der Diakinese bzw. Metaphase I hauptsächlich Stabbivalente und Ringbivalente nur in geringen Anzahlen beobachtet. SHETTY hat bei zwei Sorten 2—3 bzw. 3—4 Ringbivalente beobachtet und RAJ und SEETHAIAH haben z. B. für die Sorte Gros Colman 3—4 und für die Selektion 7 4 Ringbivalente angegeben. Die Chiasmafrequenz/Bivalent betrug 1,07 und 1,18. IYER und RANDHAWA (1965) haben von 18 Sorten die Chromosomenbindungen in der Diakinese und Metaphase I untersucht. Sie konnten dabei je nach Sorte im Mittel 5—11 Ringbivalente beobachten, wobei sogar die Anzahl der Chiasmen pro Ringbivalent, zwei oder drei, festgestellt werden konnte. Die beigegebene Zeichnung läßt jedoch weder eine Unterscheidung nach Ring- oder Stabbivalenten zu, noch läßt sie Ringbivalente mit zwei oder drei Chiasmen erkennen.

Besonders hervorgehoben werden sollte noch das Vorkommen von durchschnittlich 1,3 Quadrivalenten, Variation 0—4, bei der diploiden Sorte Folle blanche, und das seltene Auftreten von Tri- und Quadrivalenten bei der diploiden Sorte Cornichon (ALLEY 1957). In unseren Untersuchungen konnten wir bei der diploiden Sorte keine Multivalente beobachten.

Die Meiosis von tetraploiden Reben ist bisher von ALLEY (1957) und NARASIMHAM und MUKHERJEE (1968) untersucht worden. ALLEY konnte bei drei tetraploiden Sorten im Durchschnitt 6—7 Quadrivalente, 1—2 Trivalente und 1—3 Univalente feststellen. Aus Nachkommenschaften von $4x \times 4x$ Kreuzungen oder Selbstungen konnten Pflanzen mit hoher bzw. niedriger Fertilität selektiert werden. Diese Pflanzen unterschieden sich in ihrem Meioseablauf nicht wesentlich, die Häufigkeit von Uni-, Tri- oder Quadrivalenten war bei beiden Gruppen fast übereinstimmend. ALLEY nahm daher an, daß die Fertilität der tetraploiden Reben nur zum Teil durch die Uni- und Multivalentbildung beeinflußt wird, was mit unseren Ergebnissen übereinstimmt.

NARASIMHAM und MUKHERJEE haben bei vier tetraploiden Sorten 3—8 Quadrivalente/Zelle gefunden. Es konnten zwischen den Sorten Unterschiede in den Quadrivalentenfrequenzen festgestellt werden, z. B. 7,3 bei der Sorte Bharat Early und 4,3 bei der Sorte Black Prince. Ob diese Unterschiede jedoch statistisch signifikant sind, müßte noch geprüft werden. Als häufigste Multivalentkonfiguration wurde der Viererring beobachtet. Diese Ergebnisse und der weitere Ablauf der Meiosis stimmen mit unseren Beobachtungen weitgehend überein.

Zusammenfassung

An einer spontan aufgetretenen tetraploiden Mutante der Sorte Riesling und der diploiden Ausgangsform wurde der Ablauf der Meiosis untersucht.

1. Die Pollenfertilität der diploiden Variante betrug im Versuchsjahr 1971 34%. In der Diakinese wurden 18,7 Bivalente/Zelle gebildet, davon lagen durchschnittlich 2,7/Zelle als Ringbivalente vor. Es wurden 0—4, d. h. im Durchschnitt 0,7 Univalente/Zelle gebildet. Die Chiasmafrequenz pro Zelle variierte von 19—24 und zeigte eine durchschnittliche Frequenz von 21,35. Die Chiasmafrequenz pro Bivalent betrug 1,14. Der weitere Ablauf der Meiosis war fast völlig normal. Während der Verteilung der Chromosomen in der Anaphase I und bei der Tetradenbildung konnten keine Störungen beobachtet werden.

2. Die Pollenfertilität der tetraploiden Variante betrug nur 15%. In der Diakinese wurden 1—9 Quadrivalente, im Durchschnitt 5 Quadrivalente/Zelle gebildet. Trivalente traten in einer Häufigkeit von 0—2, durchschnittlich 0,4, pro Zelle auf. Univalente wurden in einer Häufigkeit von 1,6/Zelle mit einer Variation von 0—7 beobachtet.

Zwölf verschiedene Multivalentkonfigurationen konnten identifiziert werden. Am häufigsten traten Ketten (31%) und Ringe (18%) auf.

Die während der Meiosis aufgetretenen Störungen wurden anhand der Mikronuklei in den Tetraden ausgezählt. In 16% der Tetraden konnten Mikronuklei beobachtet werden.

3. Die Reduktion der Pollenfertilität bei der tetraploiden Variante kann zumindest zum Teil auf die während der Meiosis aufgetretenen Störungen zurückgeführt werden. Diese Störungen wurden wahrscheinlich weniger durch die Quadrivalente hervorgerufen, die fast immer normal getrennt und verteilt wurden, als durch die höhere Anzahl von Univalenten und das Auftreten von Trivalenten.

Literatur

- ALLEY, C. J., 1957: Cytogenetics of *Vitis*. II. Chromosome behaviour and the fertility of some autotetraploid derivatives of *Vitis vinifera* L. *J. Hered.* (Baltimore) 48, 195—202.
- IYER, C. P. A. and RANDHAWA, G. S., 1965: Cytomorphological studies in grapes. *Genet. Agrar.* 29, 369—390.
- KOSTOFF, D., 1940: Fertility and chromosome length. *J. Hered.* (Baltimore) 31, 33—34.
- LINNERT, G., 1948: Untersuchungen über die Cytologie polyplorder Pflanzen I. *Chromosoma* (Berlin) 3, 328—356.
- MORRISON, J. W. and RAJHATHY, T., 1960 a: Chromosome behaviour in autotetraploid cereals and grasses. *Chromosoma* (Berlin) 11, 297—309.
- — and — — , 1960 b: Frequency of quadrivalents in autotetraploid plants. *Nature* 187, 528—530.
- NARASIMHAM, B. and MUKHERJEE, S. K., 1968: Induction, isolation and performance of autotetraploids in grapes. *Nucleus* (Calcutta), 295—312.
- — and — — , 1970: Seed fertility in tetraploid grapes and their crosses with diploids. *Vitis* 9, 177—183.
- RAJ, A. S. and SEETHAIAH, L., 1969: Karyotype analysis and meiotic studies in three varieties of grape. *Cytologia* 34, 475—483.
- SCHERZ, W., 1940: Über somatische Genommutanten der *Vitis vinifera* Varietät „Moselriesling“. *Züchter* 12, 212—225.
- SHETTY, B. V., 1959: Cytotaxonomical studies in Vitaceae. *Bibliogr. Genetica* 18, 167—272.
- UPCOTT, M., 1935: The cytology of triploid and tetraploid *Lycopersicum esculentum*. *J. Genet.* 31, 1—19.
- WAGNER, E., 1958: Über spontane tetraploide Mutanten von *Vitis vinifera* L. *Vitis* 1, 197—217.

Eingegangen am 26. 5. 1972

Prof. Dr. G. STAUDT
BFA für Rebenzüchtung
Abt. Genetik und Cytologie
Geilweilerhof
6741 Siebeldingen