التضاعف الكروموزومي في الشوندر السكري

الدكتور
نزيه رقية
كلية الزراعة - جامعة تشرين

الشوندر السكري هو من النباتات التي استعمل فيها التضاعف الكروموزومي بواسطة الكولشيسين ونتيجة لذلك وجد الشوندر السكري الرباعي المجموعة الكروموزومية الذي يمتلك صفات مورفولوجية وخصائص بيولوجية وزراعية وانتاجية متمايزة عن الشوندر السكري الثنائي المجموعة الكروموزومية .

ومهما يكن من أمر هذا التمايز اوالاختلاف فان مضاعفة الكروموزومات في الشوندر السكري هو وسيلة هامة لانتاج الشوندر السكري الهجين .

جنس الشوندر Beta هو ثنائي المجموعة الكروموزومية (2n = 18 Diploids) بصورة اساسية ولكن الى جانب ذلك يوجد بصورة طبيعية الشوندر السكري العديد المجموعات الكروموزومية (Polyploidy) كالشوندر الرباعي والسداسي . غير أن الشوندر السكري المزروع (B. Vulgaris) هو شوندر ثنائي . والشوندر الثلاثي المجموعات الكروموزومية (Triploids) لم يشاهد طبيعياً ، وذلك بسبب ندرة وجود الشوندر الرباعي في الطبيعة القادر على تلقيح الشوندر الثنائي ، ولهذا فان الحصول على الشوندر الثلاثي المجموعة الكروموزومية الهجين بهذه الطريقة قليل الحدوث . وقد

استعملت اشكال الشوندر السكري العديدة المجموعات الكروموزومية الطبيعية في اعمال التربية ، غير أن هناك اهتمام كبير في الحصول على هذه الأشكال بصورة صناعية ، وهذا يساعد كثيرا في تربية هذا النبات وتحسينه .

إمكانية الحصول على الشوندر العديد المجموعات الكووزومية بصورة صناعية اثبتها علماء روس منذ عام ١٨٩٨ وفي عام ١٩٢٨ ظهر الشكل الرباعي للشوندر بتأثير بعض المواد الكيميائية ومن عام ١٩٣٣–١٩٣٨ حصل الباحث كوفاليفسكي على نباتات رباعية بنسبة ١١,٥٪ من النباتات المدروسة من قبله . ولكن الفحص السيتولوجي قد اظهر أن النباتات الرباعية الناتجة هذه غير مستقرة وقد فقدت مقدرتها على النمو الطبيعي وعلى المقدرة على الاخصاب .

بعد ذلك درس تأثير استعمال المواد الكيمائية القوية التأثير على النبات ، ففي عام ١٩٣٧ اقترح العالمان : (Blakeslee and Nebel) استعمال مادة الكولشيسن (Colchicine) من أجل مضاعفة العدد الكروموزومي وبهذا الاقتراح فقد تحققت امكانية عظيمة لانتاج الأشكال العديدة المجموعات الكروموزومية في مختلف الأنواع النباتية ومن ضمنها الشوندر السكري . والكولشيسين مادة قلوية توجد في كورمة نبات تابع لجنس (Colchicum) .

وفي عام ١٩٤٥ وضع (Levan) عدة شروط لامكانية الحصول بسهولة على الأشكال العديدة المجموعات الكروموزومية هي :

التضاعف أسهل
١– قلة عدد الكروموزومات في النباتات .
٢– النباتات الخلطية الاخصاب .
٣– النباتات التي تستعمل لهدف غير انتاج البذور .

ونباتات الشوندر السكري تتوفر فيها الشروط السابقة ولذلك تعتبر في مقدمة النباتات التي تستعمل فيها مضاعفة الكووزومات والتي اعطت نتائج عملية قيمة .

ابتدأت الأبحاث في الاتحاد السوفيتي للحصول على الشوندر العديد المجموعات الكروموزومية في الثلاثينيات من هذا القرن ، ولكن العمل المتطور في هذا الشأن كان في بداية الأربعينيات وتوقف العمل في سني الحرب العالمية الثانية وبالتالي فقدت النباتات العديدة الكروموزومات الناتجة . وفي هنغاريا انتج الشوندر الرباعي عام ١٩٤٠ – ١٩٤١ من قبل

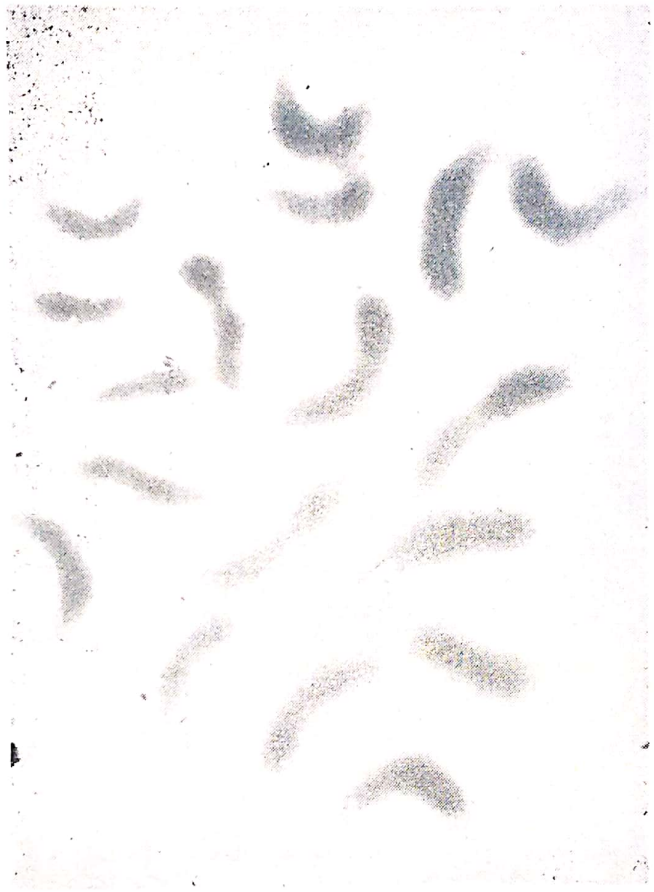
دير في ولكن الحرب اثرت ايضا في هذا العمل . وقد استؤنف العمل بهذا الحقل سواء في الاتحاد السوفيتي وفي هنغاريا بعد الحرب عام ١٩٤٦ ، وهناك دول اخرى ابتدأت في هذه الابحاث ايضا منذ الأربعينيات مثل السويد والمانيا وغيرها .

يستعمل محلول الكولشيسين على البذور المنبتة اوعلى النباتات الفتية ، في مرحلة الاوراق الفلقية اوعلى القمة النامية وكذلك على الأوراق الصغيرة اوعلى البراعم الزهرية التي ماتزال في مرحلة النضج من العام الثاني من حياة النبات . وبحسب الطريقة الهنغارية ظهر أن افضل مرحلة لذلك هي مرحلة الاوراق الفلقية . ففي اليوم الأول لظهور البادرات يوضع عدة نقاط من محلول الكولشيسن ذو تركيز ١٪ على القمة النامية ونتيجة لتأثير المادة سوف يتباطأ نمو البادرة كثيرا وسوف تستغرق مرحلة البادرة وقتاً طويلا . بعد جفاف المحلول اوتطايره من على النبات يوضع من جديد عدة نقاط من محلول الكوليشيسن الأقل تركيزا من السابق ٠,١٪ وبعد الجفاف ايضا يوضع نقاط من المحلول نفسه وتكرر هذه العملية في اليوم لمدة ٨—١٦ ساعة . وبعد ثلاثة ايام من ذلك يعطى يوم راحة للنباتات ، ثم يستمر على هذا العمل مدة ٣٠ يوماً . خلال هذا الوقت يحافظ على رطوبة الهواء الجوي وحرارته التي هي من ١٨—٢٠ مْ . بعد هذا الاجراء تصبح الأوراق الفلقية سميكة والاوراق الحقيقية تصبح ذات شكل قريب من الكروي . هذه الطريقة تسمح بتضاعف الكروموزومات من ٥٠—٧٠ ٪ من النباتات المدروسة .

أما الطريقة السوفيتية فتعتمد على معاملة البذور والنباتات الفتية بالكوليشيسن. فتنقع البذور في ماء دافىء حرارته ٢٠—٢٥ مْ وعند بداية الانتاش تؤخذ البذور وتغسل وتجفف ، ثم ترطب بمحلول مخفف من الكوليشيسن ذو تركيز ٠,١—٠,٣٪ لمدة ٤٨ ساعة بعد ذلك تؤخذ البذور وتزرع في احواض داخل صوب وعند ظهور الأوراق الفلقية يوضع نقاط من محلول الكولشيسن ١٪ لمرة واحدة في اليوم الأول وبعد ذلك ولمدة ١٥ يوماً اواكثر يوضع المحلول مرتين في اليوم ولكن ذو تركيز اخف وهو ٠,٢٪ . يلاحظ ان النباتات المعاملة قد تغيرت كثيراً في مظهرها الخارجي ونسبة كبيرة منها قد تضاعفت كروموزوميا .

والشوندر السكري من النباتات السريعة التأثر بالكولشيسن وسرعة التأثر هذه تكون عند بداية المعاملة اما فيما بعد فتتباطأ سرعة تأثير الكولشيسن على الشوندر وقد فسر هذا بأنه في المرحلة الأولى تكون عدد انسجة النبات ذات المجموعات الرباعية كثيرة اما فيما

بعد فيقل هذا العدد لصالح تكون المجموعة الثنائية وعلل (Levan) ذلك عام ١٩٣٩ بأن سرعة انقسام الخلايا في الرباعي والثنائي المجموعة الكروموزومية ليست واحدة وبالتالي فإن سرعة انقسام الخلايا تكون بعلاقة عكسية مع كبر حجم الخلايا ونتيجة لذلك فان سرعة انقسام خلايا الشوندر الثنائي المجموعة اسرع من انقسام الرباعي .



الشكل رقم (١)
يبين كروموزومات الشوندر السكري ثنائي المجموعة الكروموزومية

وظهور الشوندر الثنائي المجموعات الكرموزومية في الأجيال القادمة للنباتات الرباعية الناتجة من معاملة الكولشيسن كبيرة الحدوث ليس في الشوندر السكري فقط وانما عند نباتات اخرى عديدة . فعند معاملة الشوندر بالكوليشيسن لايمكن بأي حال الحصول على الشوندر العديد المجموعات الكروموزومية بصورة تامة وذلك نظرا لعدم امكانية فحص

الشكل رقم (٢)

يبين كروموزومات الشوندر السكري رباعي المجموعة الكروموزومية

تأثير الكولشيسين على كل خلايا النبات واحيانا كثيرة تكون النباتات المعاملة بالكولشيسين فيما بعد غير مستقرة . وتأثير الكولشيسين على النبات تؤثرفيه ظروف عديدة منها درجة تركيز المحلول ومدة المعاملة ومرحلة النمو عند النبات المعامل ويعتقد بأن الظروف الأخرى كالحرارة والاضاءة والرطوبة وغيرها ليست بذات اهمية قليلة ويجب النظر بأنه ليس كل عامل يؤثر بمفرده بل ان التأثير يكون ناتجا عن مجموع التأثيرات للعوامل المختلفة .

ومن الأعمال الصعبة في مجال تضاعف الشوندر السكري صناعيا هي انتخاب واستقرار النباتات الرباعية وفي الجيل الأول تكون النباتات الناتجة عادة خليطا بين الثنائي والثلاثي والرباعي وكذلك الانيوبلويد (Aneuploidy) . وافضل الطرق لمعرفة درجة نجاح

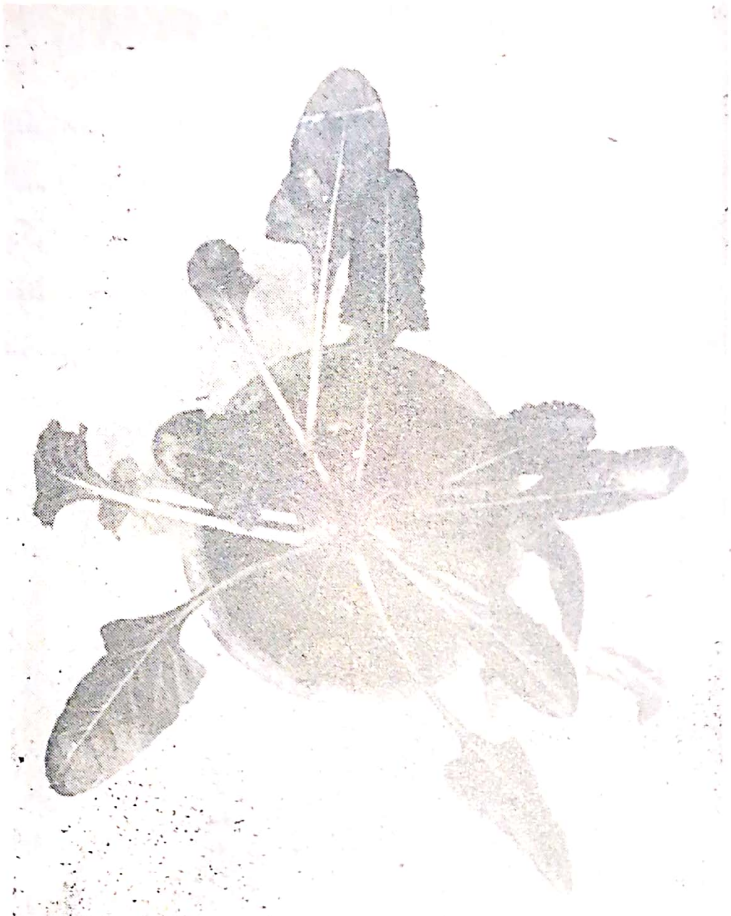
التضاعف هي عد الكروموزومات اثناء الانقسام الخلوي . والمراقبة السيتوبلازمية من الأعمال الضرورية جدا لعدة اجيال حتى الحصول في النهاية على نباتات متضاعفة مستقرة وهذا عادة يكون في الجيل الثالث ، بعد ذلك يكون العمل مقتصراً على الانتخاب بالشكل الخارجي فقط . ونشير بأنه الى جانب المراقبة السيتوبلازمية هناك طرق اخرى مكملة لذلك مثل مقاييس حبوب اللقاح ومقاييس الخلايا الحارسة للثغور وغيرهما ، .

الباحثة باليلفا اكدت بأنه رغم المراقبة السيتوبلازومية الدقيقة فان الأجيال المتأخرة من الشوندر الرباعي لايمكن ان تكون نظيفة تماما فغالبا ماتوجد نباتات غير مستقرة ونباتات شاذة .

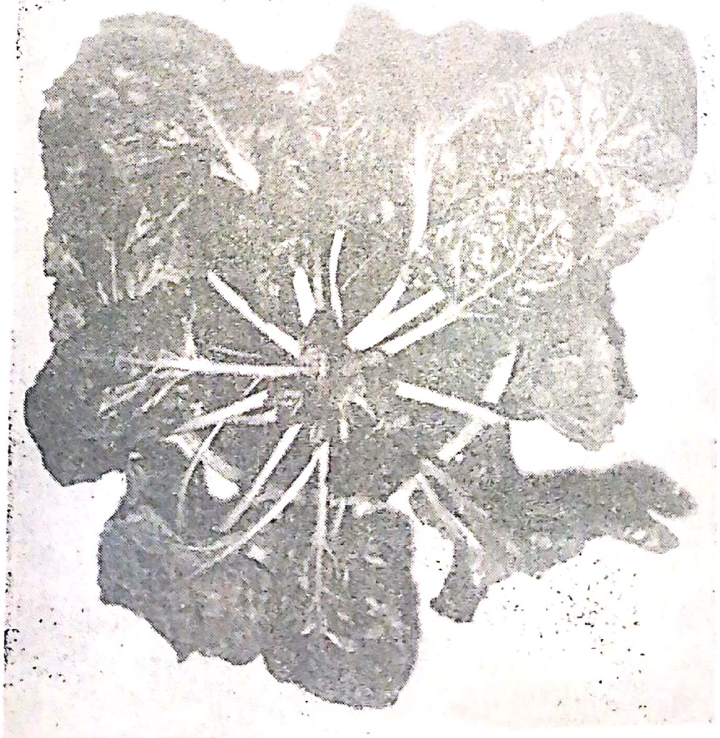
الابحاث اثبتت بأن الشوندر السكري الرباعي المجموعات الكروموزومية يميز ببطء معدل نموه مقارنة مع الشوندر الأصل الثنائي . ونتيجة لذلك فالشوندر الرباعي اقل سرعة في النمو واقل سرعة في جفاف اوراقه واكثر وزناً للجذور بالمقارنة مع الأصل . وهو يمتلك مجموعة ورقية اطول عمراً وصفائح ورقية اكثر عرضا وهذا يؤدي الى تأخر النضج في هذا الشوندر . (شكل ٣ و ٤)

اجريت دراسة مقارنة بين الشوندر الثنائي والشوندر الرباعي عند زراعتهما في ظروف مساحة تغذية عادية ٤٥×١٨سم وكذلك في مساحة تغذية كبيرة ٤٥×٤٥ سم لوحظ بأن سرعة نمو الجذور اكبر في الرباعي من الثنائي . ودراسة تشكل الجهاز الورقي اظهرت بأن الشوندر الرباعي في طول مرحلة نموه اقل مقدرة في تشكل الأوراق من الثنائي ولكن هذه المقدرة تتطور وتزداد عند الزراعة في مساحة تغذية كبيرة وفي مثل هذه المساحة من التغذية كانت مساحة الجهاز الورقي عند الشوندر الرباعي اما متساوية مع الشوندر الثنائي أواكبر منه قليلا . وضمن هذه الظروف فالفرق في محصول الجذور بينهما قل كثيرا وانتاجية الشوندر الرباعي اقتربت من انتاجية الشوندر الثنائي .

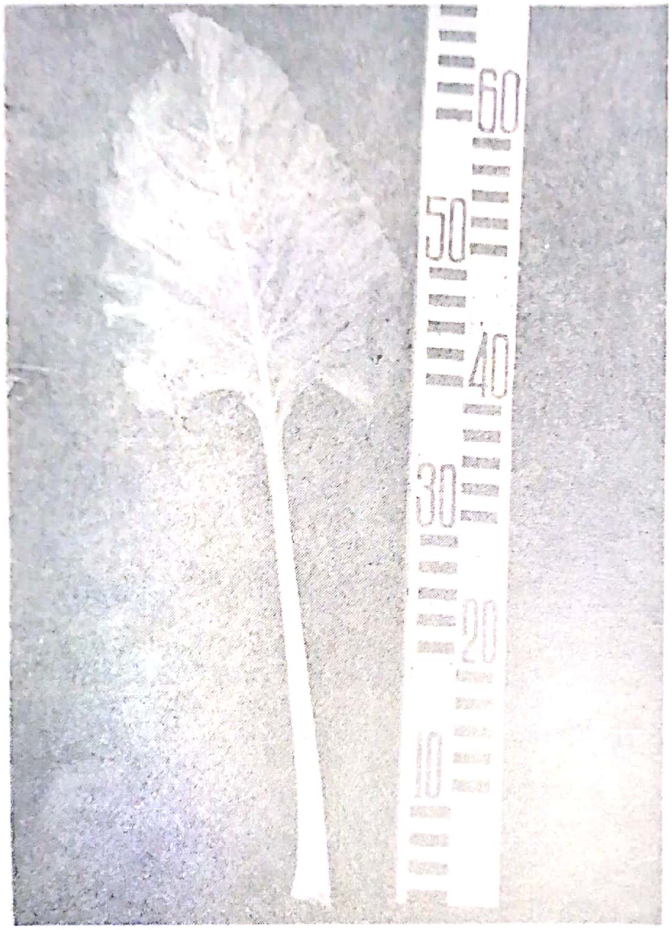
تتميز نباتات الشوندر الرباعية في العام الثاني من حياتها ببطء تطورها ونموها فهي أقل طولا من الشوندر الاصل بـ ١٠—١٥ سم ، الساق والافرع اسمك ، السلاميات اقصر ، لون الاوراق اكثر اغمقاقا (اخضر قاتم) . وموعد ازهار الرباعي والثنائي ليس متطابقا فالشوندر الرباعي يتأخر ٣—٤ ايام عن الثنائي اما مرحلة الأزهار الكامل فتتأخر ٤—٨ أيام بالمقارنة مع الثنائي .



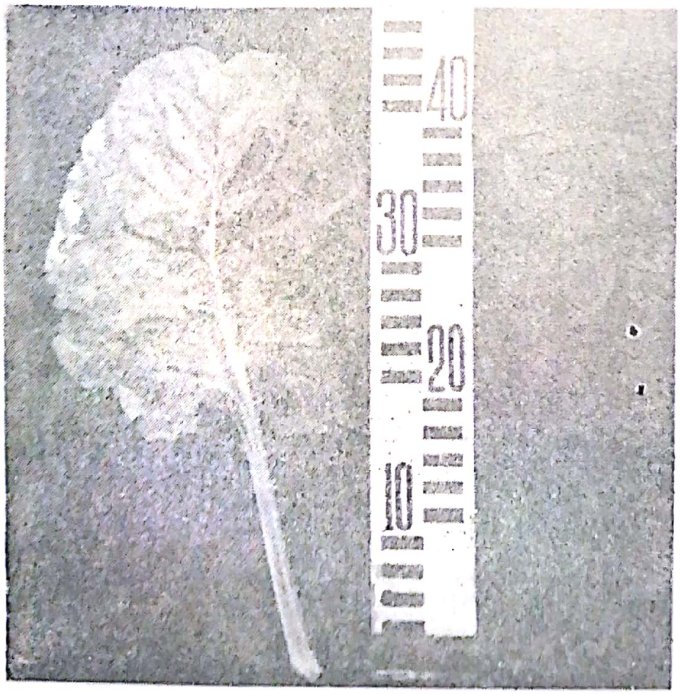
الشكل رقم (٣)
يبين الشكل العام لنباتات
الشوندر السكري ثنائية المجموعة
الكروموزومية



الشكل رقم (٤)
يبين الشكل العام لنباتات الشوندر
السكري رباعية المجموعة
الكروموزومية في عامها الأول



الشكل رقم (٥)
يبين ورقة الشوندر السكري ثنائي
المجموعة الكروموزومية في
عامها الاول



الشكل رقم (٦)
يبين ورقة الشوندر السكري رباعي
المجموعة الكروموزومية في عامها
الأول .

الشوندر الرباعي اقل اخصابا وبالتالي فان كمية البذور الناتجة من النبات الواحد تكون أقل من النبات الثنائي وكذلك بذور الرباعي اقل حيوية وانباتا من الثنائي . ولكن لوحظ بأن هناك فروقا كبيرة بهذه المواصفات بين نباتات الشوندر الرباعي وهذا مما يخلق امكانيـــة كبيرة للانتخاب والتحسين ضمن الشوندر الرباعي . وهناك ابحاث عديدة أكدت ذلك مثل ابحاث باليلفا وكوراك (١٩٦٦) باليلفا نيغوفسكي (١٩٦٥) موسينا (١٩٦٧) وهؤلاء الباحثين لاحظوا اختلافات كبيرة عند نباتات الشوندر الرباعي مثل نوعية البذور ، مقدرتها على الانبات ، نسبة الانبات ، موعد الأزهار ، درجة العقد ، كمية البذور .

حجم حبوب اللقاح في الشوندر الرباعي كقاعدة عامة هي اكبر من حبوب اللقاح في الشوندر الثنائي ، فقطر حبة اللقاح الرباعي في حدود ٢٣—٢٧,٩ ميكرون والثنائي ما بين ١٧,٤ — ٢١ ميكرون ، وكمية حبوب اللقاح المنتجة في نباتات الشوندر الرباعي هي أقل بنسبة ٢٩٪ من نباتات الشوندر الثنائي .

الثمار الناتجة لدى الشوندر الرباعي تختلف بالحجم وبالوزن الصافي عن الثمار الناتجة في نباتات الشوندر الثنائي وهناك علاقة طردية بين عدد الكروموزومات وبين حجم الثمار . وثمار الشوندر الرباعي تعتبر بصورة عملية وحيدة البذرة وبشكل عام فان ثمار الشوندر الرباعي ينتج عنها عند الانبات ١—٢ بادرة وهذا يعتبر صفة ايجابية من وجهـــة النظر الانتاجية .

قوة الانبات ونسبته عند ثمار الشوندر الرباعي كقاعدة عامة أقل من ثمار الشوندر الثنائي وهذا يرجع لعدة اسباب ، منها اختلال وراثي داخل النواة ، أوان الثمار تكون خالية من البذور اوان الأغلفة التي تحيط بالبذور تكون سميكة تؤثر على الانبات المتقارب . ونوعية البذور وخاصة نسبة انباتها تتعلق بصورة خاصة في اشكال الانيوبلويد وكذلك درجة النضج . والانبات يتأخر عند الشوندر العديد ١—٣ أيام عن الشوندر الثنائي لأن ثمار الشوندر العديد المجموعات الكروموزومية تحتاج الى كمية اكبر من الرطوبة للانبات نظرا لسمك الأغلفة التي تحيط بالبذور .

من الطبيعي ان زيادة عدد الكروموزومات في نباتات الشوندر السكري تؤدي الى تغيرات في سير العمليات الفسيولوجية والبيوكيمائية . فنتائج الأبحاث تشير الى كبر حجـــم خلايا الانسجة عند الشوندر عديد المجموعات الكروموزومية بالمقارنة مع الشوندر الثنائي

الشكل رقم (٧)
يبين الشكل العام
لنبات الشوندر
السكري ثنائي
المجموعـــة
الكروموزومية
في عامه الثاني

الشكل رقم (٨)
يبين الشكل العام لنبات الشوندر
رباعي المجموعة الكروموزومية
في عامه الثاني

وهذا يؤدي الى الاختلاف في التركيب المورفولجي والتشريحي وكذلك مدة حياة الخلايا . فحجم الخلايا في الشوندر الرباعي اكبر بمرتين تقريبا من خلايا الشوندر الثنائي . ان كبر حجم الخلايا في الشوندر الرباعي أدى الى بطء التبادل الغازي والى انخفاض نشاط عدة عمليات حيوية منها النتح ، وهذه الخلايا الكبيرة الحجم تكون ذات مائية اكبر وهذا بدوره يؤدي الى انخفاض نسبة العديد من المواد في خلايا النبات .

فالباحث (Schlosser L.A.) ١٩٥٢ اكد بأن الشوندر العديد المجموعات الكروموزومية ذو محتوى اقل من المادة الجافة وكذلك المعادن والازوت وفي ابحاث أخرى بينت ان محتوى العناصر المعدنية في الشوندر الرباعي هو أقل من الشوندر الثنائي وعن طريق هذا المحتوى فانه يمكن التفريق بين نباتات الشوندر الرباعي والثنائي في كافة مراحل نموهما بواسطة تقدير محتوى العناصر المعدنية وهذا يدل على اختلافهما بالمقدرة على ادخار هذه العناصر .

مع كبر حجم الخلايا عند الشوندر الرباعي تتباطأ سرعة كل من التنفس ، النتح ، التميل الضوئي وكذلك ينخفض محتوى المادة الجافة والسكر والمواد الغير سكرية ، والآزوت العام والآزوت الذائب والمحتوى العام من المعادن وبعض العناصر المعدنية في الأوراق والجذور . وانخفاض نشاط عدة عمليات فسيولوجية عند الشوندر الرباعي تؤدي الى انخفاض الانتاجية ومن جهة اخرى تعمل على تحسين نوعية الجذور قليلا .

عديد من الباحثين يعتقدون بأن ارتفاع انتاجية النباتات ومن ضمنها الشوندر السكري يمكن ان يتم الوصول اليه عن طريق زيادة عدد الكروموزومات ولكن نتائج الأبحاث الأولى على الشوندر الرباعي لم تحقق ذلك وفي غالب الأحيان كان انتاج الشوندر الرباعي وخاصة في الأجيال الأولى اقل كمية من الشوندر الاصل .

الباحث الامريكي (Abbeg) (١٩٤٠) وجد بأن متوسط وزن الجذر الثنائي ٢,٨ فونت والرباعي ٢,٧ فونت ونسبة السكر ١١,٢٤ و ١٠,٩٤٪ بالتتالي . وفي عام ١٩٤١ كان الوزن ٦,٢٣ و ٥,٣٣ فونت ونسبة السكر ١١,٤٨ ، و ١١,٦ ٪ على التوالي واعتمادا على هذه النتائج كتب (Abbeg) « مضاعفة العدد الكروموزومي في الشوندر السكري عادة لاتؤدي الى زيادة انتاجية الشوندر عديد المجموعات الكروموزومية بالمقارنة مع الشوندر

الاصل الثنائي . ومن جهة أخرى يوجد بعض السلالات من الرباعي تمتلك مقدرة جيدة على النمو وهذا يُمكن عن طريق الانتخاب الوصول الى نتائج جيدة » .

وهناك اشكال اخرى من الشوندر اقل انتاجية هي الشوندر السكري السداسي والثماني . فالشوندر السداسي اكثر تأخرا بنضج الثمار واكثر انخفاضا بنسبة الانبات وهي بحدود ٤٠—٥٠٪ والانتاجية قليلة جدا . اما الشوندر الثماني فقد اعتبر حسب نتائج ابحاث (Rosental) (١٩٥٧) عديمة البذور تقريبا .

الباحث الالماني شنايدر (٩٦١) كتب يقول : «بأن علماء تربية النبات في البداية اعتقدوا بأن مضاعفة العدد الكروموزومي في الشوندر يؤدي الى زيادة الانتاج ولكن نحن الآن نعلم أن المضاعفة هذه توسع المجال في الاختلافات مابين النباتات المضاعفة ولهذا فان الانتخاب هو الذي سيلعب الدور الأهم في زيادة الانتاج اضافة الى مادة الأصل التي هي الشوندر الثنائي حيث يجب ان يكون عالي الانتاج للمساعدة في الحصول على شوندر رباعي المجموعة الكروموزومية عالي الانتاج ايضا » .

في عام ١٩٦٤ جرت دراسة في الاتحاد السوفيتي على ١٩ سلالة من الشوندر الرباعي وجد بالنتيجة ان ثلاثة سلالات تفوقت في المحصول على الأصل ، اما في نسبة السكر فقد تفوقت ٦ سلالات .

(Rosental) (٩٦٤) درس ١٣ سلالة من الشوندر الرباعي وجد أن سلالتين تفوقت على الأصل بمحصول الجذور اما في نسبة السكر فكل السلالات انخفضت عن الصنف الأصل .

بارمتوف (١٩٦٤) ذكر بأن انتاجية الشوندر الرباعي خاصة في الأجيال الأولى تنخفض عن الأصل الثنائي ولكن مع زيادة الاستقرار تدريجيا عند الرباعي يقل هذا الفرق وفي الجيل الخامس أوالسادس يكون هذا الفرق تقريبا غير ملموس .

الشوندر السكري الرباعي في أيامنا هذه ذو محصول متساو مع محصول الشوندر الثنائي مع العلم بأن هناك بعض المعطيات تشير الى ان انتاجية الشوندر عديد المجموعات الكروموزومية تتفوق احيانا على الشوندر الثنائي بمحصول الجذور وبكمية السكر الاجمالية وقد لوحظ بأن هناك مقاومة عند الشوندر الرباعي للبياض الدقيقي ولتعفن الجذور ولعديد

من الأمراض الفطرية والفيروسية وكذلك لا يميل الى ظاهرة الأزهار في العام الأول مما يُمكن من التبكير بزراعته .

والابحاث التي اجريت مؤخرا أثبتت بأن انخفاض الانتاجية في الشوندر الرباعي مرتبط بشكل وثيـــق مع زيادة نسبة انيوبلويد عند الرباعي وهذا الموضوع درسه باحثون عديدون منهم (Levan ، ١٩٤٢) ، (Rommel ٩٦٣ ، ٩٦٤ ، ٩٦٦) ، (Lichter R. ٦٧) . الباحث (Bosemark) (١٩٦٨) أظهر بأن نسبة انيوبلويد هي عادة حوالي ٢٥٪ من النباتات المضاعفة أما (Rommel) (١٩٦٤) فكانت النسبة في النباتات المضاعفة والمدروسه من قبله تتراوح من ٣٢–٤١٪ . (Lichter) (٩٦٧) فكانت النسبة ٣١٪ .

يارمولك عزل نباتات انيوبلويد تحتوي على ٣٣، ٣٤، ٣٥، ٣٧، و ٣٨ كروموزوم وزيادة عـــدد نباتات انيوبلويد في الشونـــدر المضاعف لايرجع فقط الى اختلال المايوز الناتج عن تأثير الكولشيسن ولكن الى الخلل الوراثي العميق الذي يحتاج الى مزيد من الدراسة .

ومن بين النباتات الانيوبلويد الأقدر على الحياة والانتاج هي القريبة مـــن العـــدد الاصلي أي ٣٥ أو ٣٧ كروموزوم .

حبوب لقاح نباتات الشوندر السكري انيوبلويد تمتلك اختلافات اكبر في الحجم ويوجد فيها عدد كبير غير طبيعي ، ونباتات الانيوبلويد متميزة بانخفاض نسبة العقـــد بدرجة كبيرة وبقلة محصول البذور وبانخفاض نوعيتها فمثلا وزن الثمار الناتجة عن النبات الرباعي ((2n =٣٦) كان ١٠٠,٥ غرام و(2n =٣٤) ١٠,٥ غ و(2n =٣٥) ٣٢,١ غرام و(2n = ٣٧) ٣٢,٦ و(2n = ٣٨) ٥ غرام .

انتاجية انيوبلويد كانت ٥٠–٦٠ ٪ من محصول الرباعي (2n = 36) .

وهكذا فان مضاعفة الكروموزومات صناعيا ليس هدفا بحد ذاته بل هو وسيلة في الحصول على اصول وراثية لتحسينها في المستقبل عن طريق العزل والانتخاب .

وهناك نجاح كبير قد تحقق عن طريق انتاج الشوندر الهجين الذي حصل عليه من التهجين ما بين الشوندر الرباعي والشونـــدر الثنائي وبالتـــالي نتج الشوندر الثلاثي الذي يحتوي على ٢٧ كروموزوما وللحصول على هذه الهجن ذات الانتاجية العالية والنوعيـــة الممتازة لابد من اختيار دقيق ومدروس لكل من الشوندر الرباعي والشوندر الثنائي .

المراجـــع

الدكتور علي علي الخشن ، د . فؤاد حسن خضر قواعد تربية النبات ١٩٧١

الدكتور نزيـــه رقيـــه ، المحاصيل الصناعيـــة ، املية جامعية ١٩٧٦

Rommel M. Some cytogenetic properties of autotetraploid varieties of Sugar beet Nature, 193, 1963, 1327–1328.

Rommel M. Aneuploids in some artificially induced polyplouds of cultivated plants, 1964.

Rommel M. Cytogenetics of autotetrploid sugar beet, 1966.

Bosemark N. The effect of aneuploidy on yield in anisoploid sugar beet Varieties. 1968.

مراجع باللغة الروسية — وترجمتها الى العربية كالتالي :

١— نيغوفسكي طرق الحصول على الشوندر رباعي المجموعة الكروموزومية وانتاج اصناف الشوندر عديدة المجموعات الكروموزومية .

هذه المقالة صدرت في كتاب بيولوجيا وتربية الشوندر السكري (١٩٦٨)

٢— نيغوفسكي ، بايلفا ، نتائج دراسة وراثية للشوندر السكري عديد المجموعات الكروموزومية واستعمالها في التربية .

٣— نيغوفسكي ، كوراك ، الخصائص البيوجية لتطور نباتات الشوندر السكري وحيدة البزرة ثنائية ورباعية المجموعات الكروزومية

٤— يارمولك ، الانيوبلويد عند الشوندر السكري .

٥– بابياج ، نيفوفسكي ، بعض الأسباب لانخفاض نسبة الانبات عند الشوندر السكري « المقالات ٢، ٣، ٤، ٥ صدرت في كتاب مسائل وراثة وتربية وسيتولوجية الشوندر السكري عام ١٩٧١) .

٦– يا سيم ، انبات حبوب اللقاح لدى الشوندر السكري ثنائي ورباعي المجموعات الكروموزومية .

٧– فيشر ، معنى الشوندر عديد المجموعات الكروموزومية .

٨– ستينسكي، نتائج استعمال عديد المجموعات الكروموزومية في تربية الشوندرالسكري . (المقالات ٦، ٧، ٨ صدرت في كتاب تعدد المجموعات الكروموزومية في تربية الشوندر السكري عام ١٩٧٠) .