Journal homepage
www.ajas.uoanbar.edu.iq
Anbar Journal of Agricultural Sciences
(University of Anbar – Agriculture College)

تكنولوجيا البذور الصناعية: مراجعة مقال

إدريس حسين ملا صالح الجاف[1] انمار كامل مبارك[2] باسم محمد عبد[1] احمد فتخان زبار الدليمي[1]*

[1]كلية الزراعة – جامعة الانبار

[2]كلية العلوم – جامعة الانبار

***المراسلة الى:** احمد فتخان زبار الدليمي، قسم البستنة وهندسة الحدائق، كلية الزراعة، جامعة الانبار، الرمادي، العراق.

البريد الالكتروني: ag.ahmed.fatkhan@uoanbar.edu.iq

Article info

Received: 2023-09-26
Accepted: 2023-10-27
Published: 2023-12-31

DOI-Crossref:
10.32649/ajas.2023.181869

Cite as:
Al-Jaf, I. H. M., A. K. Mubarak, B. M. Abed, and A. F. Z. Al-Dulaimy. (2023). Artificial seeds technology: a review. Anbar Journal of Agricultural Sciences, 21(2): 396-407.

©Authors, 2023, College of Agriculture, University of Anbar. This is an open-access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Review Article

الخلاصة

تُعرف البذور الصناعية بانها أجنة جسدية مغلفة بشكل مصطنع أو أجزاء نباتية أخرى مثل براعم الفلقة أو مجاميع الخلايا أو براعم إضافية أو حويصلات دقيقة أخرى، بشرط أن يكون لديها القدرة على أن تُزرع كبذور وأن تُنمو لتصبح نباتًا تحت ظروف المختبر أو خارج المختبر. يعد إنتاج البذور الصناعية طريقة مناسبة للتوسع على نطاق واسع للإنتاج التجاري متعدد النسخ. إذ من الممكن استغلال التكاثر الدقيق من خلال البذور الصناعية على نطاق واسع، فقد يصبح إنبات ملايين النباتات في غضون أيام قليلة مربحا تجارياً في المستقبل القريب، وتنافس اقتصاديا البذور الحقيقية. فضلا عن ذلك، فإن استخدام هذه التقنية يوفر المساحة والوسط والوقت الذي تتطلبه طرق زراعة الأنسجة التقليدية. يتميز إنتاج البذور الصناعية بمزايا كبيرة مقارنة بأساليب زراعة الأنسجة التقليدية. كما وتعد البذور الصناعية غير مكلفة نسبيًا في الإنتاج ويسهل التعامل معها وانباتها ونقلها. ويمكن أيضًا تخزينها لفترة طويلة باستخدام تقنيات التجفيف والحفظ بالتبريد.

كلمات مفتاحية: التقانات، البذور الصناعية، زراعة الانسجة.

ARTIFICIAL SEEDS TECHNOLOGY: A REVIEW

I. H. M. Al-Jaf[1] A. K. Mubarak[2] B. M. Abed[1] A. F. Z. Al-Dulaimy*[1]

[1]College of Agriculture - University of Anbar
[2]College of science - University of Anbar

***Correspondence to:** Ahmed Fatkhan Zabar Al-Dulaimy, Department of Horticulture and Landscape Gardening, College of Agriculture, University of Anbar, Ramadi, Iraq.
Email: ag.ahmed.fatkhan@uoanbar.edu.iq

Abstract

Artificial seeds are usually defined as artificially wrapped bodily embryos or other plant parts such as cotyledon buds, cell aggregates, additional buds or other micro vesicles, provided they have the ability to be grown as seeds and grow into a plant under laboratory or out-of-vitro conditions. Synthetic seed production is a suitable way to expand on a large scale for multi-copy commercial production. If micro propagation through artificial seeds can be exploited on a large scale, the germination of millions of plants in a few days may become commercially profitable in the near future. And economically rival real seeds. In addition, the use of this technique saves the space, medium and time required by traditional tissue culture methods. The production of artificial seeds has significant advantages over traditional tissue culture methods. Artificial seeds are relatively inexpensive in production and are easy to handle, germinate and transport. They can also be stored for a long time using drying and cryopreservation technologies.

Keywords: Technology, Artificial seeds, Tissue culture.

المقدمة

ان لبعض الأنواع النباتية تراكيبا وراثية لا تمكنها من إنتاج البذور وبعضها الآخر يتصف بعقم أعضائه الذكرية أو الأنثوية، وكما هو معروف فغالباً ما تعطي البذور الجنسية نباتات مغايرة لصفات النبات الأم، وعليه يواجه الباحثون مشكلة حفظ المصادر الوراثية لهذه الأنواع ويلجؤون الى حفظها بأشكال متعددة مثل الأبصال والدرنات والكورمات...الخ وتواجه هذه الطريقة مشاكل عدة مثل الإصابة بالآفات وكلفة التخزين العالية فضلا عن المتطلبات الشخصية والمهنية للقائمين على هذا العمل (7 و19).

تعتمد اغلب دول العالم على استيراد البذور من الدول المنتجة لها، مما جعلها تخضع لاحتكار وسيطرة هذه الدول وبالتالي ان اي ظروف تعيق وصول البذور يؤدي الى توقف الزراعة في الدول المستوردة للبذور، وهذا الامر ألزم الباحثين بإيجاد طرائق بديلة لتوفير هذه المستلزمات، ومنها استخدام تقنية انتاج البذور الصناعية Artificial seeds والتي تعرف بأنها مكون صناعي يشبه البذور الطبيعية في وجود الجنين الاساسي وما يحيط به من بيئة مناسبة تتمثل بالمواد الغذائية من كربوهيدرات وبروتينات ودهون، كما يحاط الجنين بغلاف لغرض الحماية وعند الانبات ينمو الى مجموع جذري ومجموع خضري (4). ومن هنا انطلق الباحثون باتجاه فكرة تقنية

البذور الصناعية وذلك لما تمتلكه من فوائد عدة منها حفظها للمصادر الوراثية وسهولة الاستخدام والتداول وإمكانية الخزن وقلة تكاليف الإنتاج والإكثار السريع. ولهذا الغرض يمكن استخدام التراكيب أحادية القطب كالبصيلات والرايزومات والعقد والبراعم الخضرية بجانب الأجنة الجسمية الثنائية القطب كمادة أساسية لإنتاج البذور الصناعية.

يستند المبدأ الذي بنيت على أساسه فكرة البذور الصناعية على إنتاج البذور التي تشبه البذور الحقيقية من حيث التشابه المظهري والفسيولوجي والكيميائي، اذ تعتمد هذه التقنية على الفكرة التي اقترحها (21 و22) والذي أشار الى ان البذور الصناعية هي عبارة أجنة جسدية أو براعم نباتية أو مجموعات من الخلايا أو أي نسيج آخر يمكن تغليفه واستخدامه كبذور، بشرط أن يكون لديها القدرة على النمو الى نبات عند زراعتها في الخارج أو داخل الجسم الحي واستعادة طاقتها الكامنة من أجل النمو والتطور حتى بعد تخزينها. في عام 1982 أدخلت هذه الفكرة حيز التطبيق، إذ قام (14) بتغليف أجنة الجزر (*Daucus carota*) المجففة، وفي عام 1984 طور (28) ومساعدوه تقانة التغليف الرطب، فقد استخدموا الهلام لتغليف بذور الجت ومعه تحقق أول نجاح لهذه التقانة، واثبت التغليف الرطب فاعليته بالمحافظة على الأجنة من الجفاف مع ضمان نسب تحول جيدة وذلك من خلال خطوتين الأولى التغليف والثانية التصلب. وفي السنوات الخمس عشر الماضية كرست الجهود لإخضاع معظم الأنواع النباتية لهذه التقانة لما توفره من:

1- انخفاض كلفة الخطوط الإنتاجية عالية الجودة.

2- نظام تسليم مباشر Fluid drilling سواء للحقول أو البيوت المحمية لسهولة بذارها بواسطة المكننة.

3- إنتاج متجانس وراثياً عائد للتجانس الوراثي للمواد الأساس للبذور الصناعية سواء الأحادية أو ثنائية القطب (26).

ترتبط تقانة البذور الصناعية بشكل كبير بالتقانات الاحيائية وانتاج النباتات خارج الجسم الحي اذ ان وجود بذور صناعية تعتمد على وجود جزء نباتي ذو قابلية على النمو والتطور الى نبات كامل، وعلى هذا الاساس كان الهدف الاول لتطوير البذور الصناعية هو انتاج النباتات خارج الجسم الحي أما بالإكثار الدقيق للنبات او بإنتاج النباتات عن طريق نسيج الكالس وتكون النباتات او انتاج الاجنة الجسمية بالطريقة المباشرة وغير المباشرة وحسب الغرض من الاكثار الذي قد يتطلب انتاج نباتات مطابقة للنبات الام أو قد يكون الغرض انتاج نباتات لأغراض صناعية (4). ان استخدام الاجنة الجسمية بالطريقة المباشرة يعد من انجح الطرائق التي تؤدي الى انتاج نباتات ذات تطابق وراثي عالي مع النبات الام فضلاً عن امكانية انتاج اعداد كبيرة من النباتات من خلال انتاج المفاعلات الحيوية (انتاج اعداد كبيرة من النباتات باستخدام جزء نباتي صغير) (18).

المتطلبات الاساسية لإنتاج البذور الصناعية

1 – الجزء النباتي: يعد العنصر الاساس لإنتاج الاجنة الجسمية وتقسم الى:

أ- الاجنة الجسمية: تعد الاجنة الجسمية من اكثر الاجزاء المستخدمة شيوعاً في انتاج البذور الصناعية بسبب تركيبها الذي يساعد على تكون محور جذري وخضري يؤدي الى تكوين الجذور والمجموع الخضري بمرحلة

واحدة (3) كما ان البذور الصناعية التي تحتوي على الاجنة الجسمية يمكن استخدامها لإكثار الرتب العليا من النباتات والمحافظة على قدرتها التجددية لمدة طويلة (16).

ان انتاج الاجنة الجسمية من السبل التي تستخدم في التقنيات الحيوية للنباتات والتي تستخدم في عدة طرائق (6 و29) وهي:

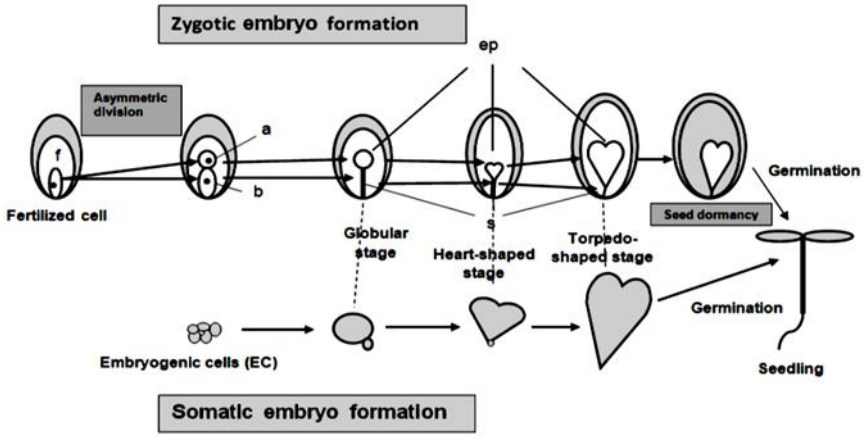
1- تستخدم في اكثار النباتات ذات الرتب العليا اذ تعد طريقة للإكثار الدقيق بطرائق غير تقليدية.

2- استخدام الأجنة الجسمية في انتاج البذور الصناعية التي يمكن ان تستخدم في اكثار النباتات النادرة.

3- الأجنة الجسمية المنتجة بالطريقة المباشرة او عبر الكالس او الاجنة الثانوية تستخدم في التحسين الوراثي عبر تطبيق تقنيات نقل الجين.

4- تقنيات الاجنة الجسمية تعد مصادر نباتية تستخدم لدراسة العمليات الجزيئية والتنظيمية والمورفولوجية في تكوين الجنين النباتي.

تمر الاجنة الجسمية المتكونة من خلية مفردة او مجموعة من الخلايا بمراحل هي (الكروي والقلبي والطوربيدي والفلقي) مشابهة بذلك للأجنة الجنسية (17)، ويبين شكل 1 التشابه بين الاجنة الجنسية والاجنة الجسمية في تكون النباتات (32).



شكل 1 التشابه بين الاجنة الجنسية والاجنة الجسمية في تكون النباتات.

There are two types of Somatic embryo directly and indirectly and in the manufacture of artificial seeds it is preferable to use direct embryos, that have been produced without passing through the callus phase, in a number of experiments Somatic embryo does not form directly from the bodily cells, but there is a middle internal phase that passes through the formation of callus.

ب- القمم النامية والبراعم الابطية: تعد هذه الاجزاء التي لا تحتوي على الجذور مصدراً لإنتاج البذور الصناعية لعدد من النباتات على ان يتم اجراء بعض المعاملات التي تشجع على تكوين الجذور قبل الكبسولة (10).

ت- الاجزاء النباتية الاخرى: هناك عدد من الاجزاء النباتية الاخرى منها الكتل الجنينية والاجزاء النباتية الاولية مثل الاعضاء التي درست امكانية قدرتها على انتاج البذور الصناعية (23).

2-عملية التجلتن والمواد المساعدة: إن اهم معوق للإكثار الدقيق بوساطة الاجنة الجسمية او الاجزاء النباتية هو رقة الاجزاء النباتية وعدم تحملها لأي مؤثر خارجي لذلك فهي تتطلب توفير العناصر الغذائية وطبقة الحماية

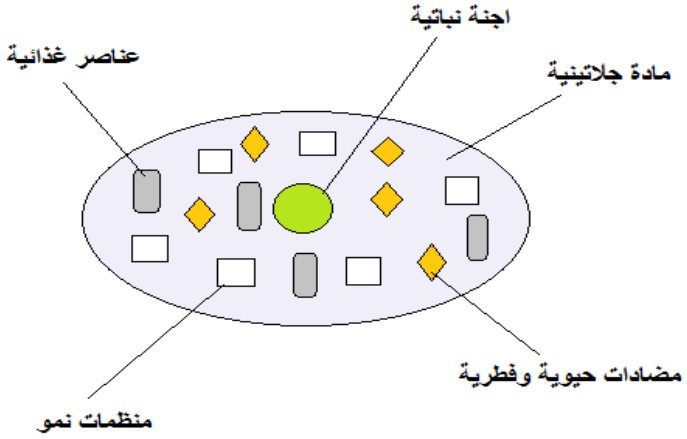
لسهولة حملها وخزنها من دون تلف (24). في بداية دراسة البذور الصناعية استخدمت مادة Polyoxyethylene وهي تعد مادة جيدة للكبسولة لأنها تعطي كبسولة نقية كونها تحتوي على خصائص ايجابية اهمها نمو الجنين بشكل جيد ولا تسبب سمية (14)، الى ان سجل (28) قيامه بالكبسولة باستخدام مواد جلاتينية مائية ومنذ ذلك الحين استمر استخدام الطريقة الرطبة في كبسولة الاجنة الجسمية، لذلك فالعديد من المواد الجلاتينية استخدمت في الكبسولة منها Guar gum، Carrageenan، Alginate، Ager و Sodium pectrate الا ان مركبات الالجنيت تعد من افضل مواد الكبسولة لعدة اسباب منها كونها ذات سمك معقول وقابلية تكور كما انها ذات سمية قليلة وسريعة التجلتن (29).

يعتمد عمل الصوديوم الجنيت على حدوث التبادل الايوني بين Na وبين Ca في كلوريد الكالسيوم $CaCl_2.2H_2O$ الذي يحدث عند اسقاط الجنات الصوديوم الحاوية على الاجنة او اي جزء نباتي في محلول كلوريد الكالسيوم للحصول على غلاف متماثل للجزء النباتي (2). ويبين جدول 1 مكونات محاليل الوسط MS (Murashig و Skoog).

جدول 1 مكونات محاليل الوسط MS.

اسم المركب	رمزه الكيميائي	التركيز في محلول الوسط غم لتر$^{-1}$ MS
1- محلول اصل النترات Nitrate stock solution		
نترات الامونيوم	NH_4NO_3	165
نترات البوتاسيوم	KNO_3	190
2- محلول اصل الكبريتات Sulphate stock solution		
كبريتات المغنسيوم	$MgSO_4.7H_2O$	37
كبريتات المنغنيز	$MnSO_4.H_2O$	1.69
كبريتات الخارصين	$ZnSO_4.7H_2O$	0.86
كبريتات النحاس	$CuSO_4.5H_2O$	0.0025
3- محلول اصل الهاليدات Halides stock solution		
كلوريد الكالسيوم	$CaCl_2.2H_2O$	44
كلوريد الكوبلت	$CoCl_2.6H_2O$	0.0025
ايوديد البوتاسيوم	KI	0.083
4- محلول اصل ال B.P.Mo stock solution		
حامض البوريك	H_3BO_3	0.62
فوسفات البوتاسيوم ثنائية الهيدروجين	KH_2PO_4	17
موليبدات الصوديوم	$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
5- مجموعة الحديد المخلبي Chelated iron stock solution		
كبريتات الحديدوز	$FeSO_4.7H_2O$	2.78
اثيلين ثنائي الأمين رباعي حامض الخليك	$EDTA.Na_2$	3.73

منظمات النمو والعناصر المضافة الى الكبسولة: تعد منظمات النمو عاملاً رئيسياً لنجاح تقنية انتاج البذور الصناعية ولضمان انبات ونمو النبات من داخل هذه البذور والتي تكون بمثابة السويداء الموجودة في البذور الاعتيادية والتي توفر الغذاء للجنين، كما ان هذه المواد مهمة لضمان حيوية الجزء النباتي عند الخزن (30). ويبين شكل 2 محتويات الكبسولة، فيما يظهر جدول 2 تراكيز الفيتامينات المضافة للأوساط (1 و5).



شكل 2 محتويات الكبسولة.

Artificial seeds are seeds from the encapsulation of somatic embryo by a protective casing using hydro-gel and are prepared in the form of capsules under sterilization conditions in tissue cultivation labs where they can be grown directly in the soil either in the greenhouse or in the field.

جدول 2 تراكيز الفيتامينات المضافة للأوساط.

المكونات	التركيز في محلول الأصل ملغم لتر$^{-1}$	
	B5	MS
Thiamine-HCL B1	1000	10
Nicotinic acid B3	100	50
Pyrodoxin-HCL B6	100	50
Glycine	-	200
Ca–Pantothenate C18H32CAN2O10	100	100
Biotin B7	100	100

العوامل المؤثرة في تكوين الأجنة الجسمية والتي هي أساس تكوين البذور الصناعية:

1- النمط الجيني للجزء النباتي.

2- مصدر الجزء النباتي المزروع.

3- انواع العناصر الغذائية المستخدمة للنمو.

4- منظمات النمو المضافة للبيئة الغذائية.

5- العوامل البيئية والتي تشمل (درجة الحرارة وشدة الإضاءة والتهوية).

خطوات إنتاج البذور الصناعية:

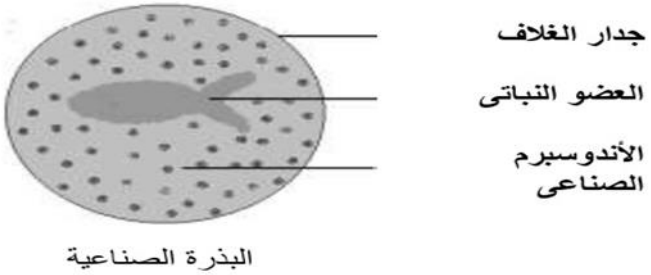
1- الحث على تكوين الاجنة الجسمية خلال الإكثار المختبري.

2- نضج الأجنة الجسمية مرورا بالمراحل المختلفة.

3- تغليف الأجنة الجسمية.

4- زراعة البذور الصناعية في المختبر ومن ثم تقييمها في البيوت المحمية والحقول.

5- اعتماد البروتوكول الملائم للنبات تحت التقييم للاستخدام التجاري (12). ويبين شكل 3 مكونات البذور الصناعية (29).



شكل 3 يوضح مكونات البذور الصناعية.

Artificial seeds are an industrial ingredient that resembles natural seeds in terms of the presence of the primary embryo and its surroundings, endosperm being nutrients stored from carbohydrates, proteins and fats and needed by the fetus at the first stage of its development and varying by different plants. A seed cover for protection surrounds the fetus and food is stored.

استعمال البذور الصناعية ومميزاتها

1- تراكيبها الوراثية ذات تجانس عكس البذور الطبيعية.

2- كلفة الانتاج اقل، فضلاً عن امكانية انتاج اعداد كبيرة في مدة قصيرة.

3- سرعة الانتشار والاستخدام على نطاق واسع للسلالات المنتجة.

4- انتاج بذور للنباتات التي لا تنتج بذوراً طبيعية.

5- إلغاء النقلات الزراعية التي تؤدي الى حدوث التباينات الوراثية مع توفير الأيدي العاملة والوقت والكلفة.

6- طريقة مباشرة للزراعة التي لا تحتاج الى أقلمة مقارنة بطرائق الاكثار الاخرى خارج الجسم الحي.

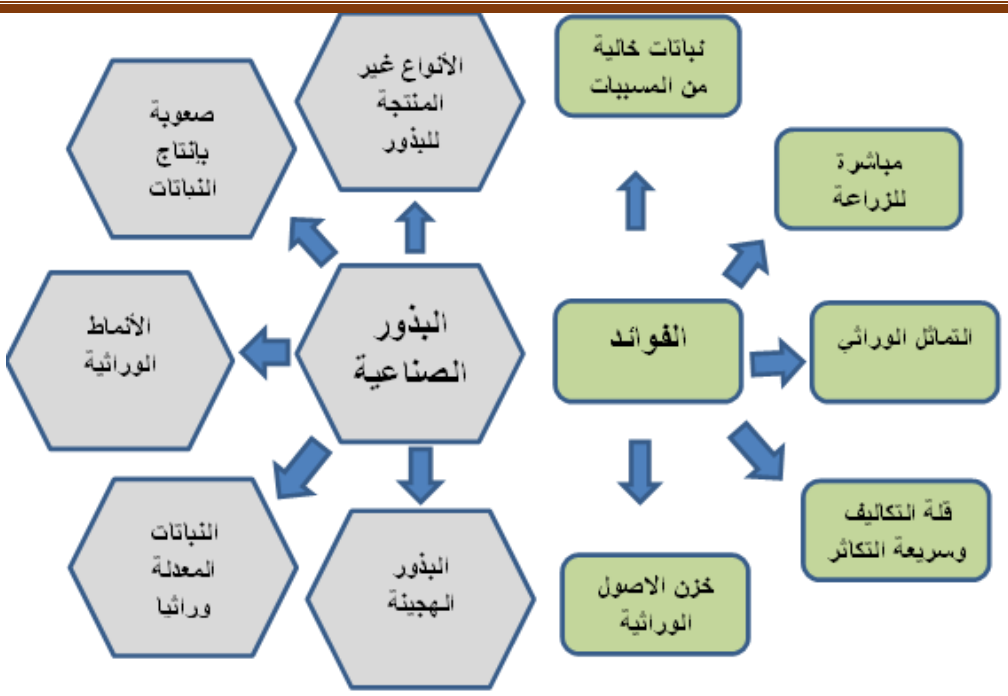
7- تستخدم في مضاعفة النباتات المهندسة وراثيا والهجن.

8- مفيدة في حفظ السلالات الوراثية.

9- تستخدم البذور الصناعية في الحفظ بالتجميد للأنواع النباتية النادرة (8).

تمكن الباحثون من إنتاج بذور نخيل (*Phoenix dactylifera*) صناعياً عن طريق تغليف أجنة جسمية ناضجة، وقد تمكنوا قبل ذلك من إنتاج بذور البرسيم والبطاطا صناعياً وتعد هذه التقانة من الطرائق الجيدة للحفاظ على الأصول الوراثية ويمكن تبادلها عبر بنوك الجينات العالمية.

وعلى نطاق ضيق يمكن تغليف القمم النامية وتكوين البذور الصناعية ويلاحظ هنا أن القمة النامية أحادية القطب وبالتالي لا يمكن زراعتها مباشرة في التربة، ولكن يمكن حفظها والتبادل بين بنوك الجينات وتمكن الباحثون من إنتاج بذور الأناناس صناعياً من القمة النامية وايضاً تغليف القمة النامية لنبات الموز. ويبين شكل 4 استخدامات ومنافع البذور الصناعية.



شكل 4 استخدامات ومنافع البذور الصناعية.

Artificial Seed Technology: The increase in hybrids and the formation of Somatic embryo and their packaging, the Proliferation of genetically modified plants, and the proliferation of extinct plants. Preservation of distinct genetic assets. The exchange of genetic assets between genetic banks and countries is easy and easy-scientific study of medicinal plants, fruit, vegetable crops and the field. Preservation of plants free of disease and conforming to origin.

غلاف البذرة الصناعية:

1- اختيار المادة الهلامية: بالنظر للمقاومة الضعيفة التي تبديها الأجنة الجسمية وباقي الأجزاء النباتية لكل من النقص الرطوبي (الجفاف) والإصابة بالآفات، فضلا عن الأضرار التي قد تتعرض لها، عليه اقترح الباحثون تغليفها بأحد المواد الهلامية، ويعد اختيار هذه المادة خطوة مهمة في إنتاج البذور الصناعية، لذا اختبرت العديد من هذه المواد منها Agar، Alginate، Glucose carboxy methyl، Gelrite، Sodium bectate...الخ لغرض استخدامها لهذا الغرض وقد وجد إن الألجنيت Alginate هو الأنسب لهذا الغرض لاعتدال لزوجته وانخفاض سميته وسرعة تجلله (تحوله الى جل أو هلام) وقلة كلفته، فضلا عن كونه يحفز تكوين الكبسولة بمواصفات انتفاخية ملائمة تحمي الأجنة المغلفة من خطر الأضرار الميكانيكية التي قد تتعرض لها (20).

عند تغطيس قطيرات ألجنيت الصوديوم Sodium alginate (SA) (التي تضم المادة النباتية بداخلها) في محلول $CaCl_2$ لمدة معينة تتصلب هذه القطيرات وتصبح بشكل كريات Beads وذلك يعود للتبادل الأيوني لأيوني Na^{1+} وCa^{2+}، ويعود تصلب أو رخاوة الكبسولات بشكل رئيسي الى عدد الأيونات المتبادلة بينهما وبهذا تعد تراكيز كل من SA و$CaCl_2$ فضلاً عن مدة بقاء الكريات داخل محلول $CaCl_2$ عوامل رئيسة في تكوين بذور صلبة أو رخوة (11)، وبشكل عام يكون التركيز الأمثل لـ SA بين 2-4% و8-16 ملغم لتر$^{-1}$ من $CaCl_2$ لمدة 20-30 دقيقة وعندها نضمن بذوراً ذات صلابة وامتلاء مثاليين مع أجنة حيوية قابلة للتحول الى نباتات.

2- التداخل بين ألجنيت الصوديوم وكلوريد الكالسيوم: تعني العلاقة بين هذين المركبين (في مجال تكوين غلاف البذرة الصناعية) التأثير الأيوني المتبادل بينهما في تحديد درجة صلابة الغلاف الذي يؤثر سلباً أو إيجاباً في قيام الجنين بفعالياته الفسلجية من امتصاص للماء والمغذيات والتبادل الغازي وبالتالي تحوله، إذ ذكر (27) إن إحاطة الأجنة الجسمية لأحد هجن الباذنجان بغلاف مكون من SA مع 12 ملغم من $CaCl_2$ وتحريكها مدة 30 دقيقة أعطى بذوراً موحدة الشكل والحجم وذات أبعاد متجانسة وبنسب تحول بلغت 50%.

يستخدم الألجنيت بنسب مختلفة وذلك تبعا للشركة المصنعة، فقد ذكر كل من (25) بأن الألجنيت الذي تصنعه شركة Kothari الهندية يعطي أفضل تصليب للبذور الصناعية عند تركيز 6% وينخفض هذا التركيز الى 4% مع منتجات شركتي GSS وCDH الهنديتين في حين يبدي الألجنيت الذي تصنعه شركة Fluka قابلية تصليبية جيدة عند التركيز 2.5%.

3- السويداء الصناعية: تفتقر الأجنة الجسمية الى غلاف البذرة Testa والسويداء Endosperm اللذان يوفران الحماية والتغذية للأجنة الجنسية خلال مراحلها التطورية. ولغرض تعويض هذا النقص تضاف المغذيات ومنظمات النمو الى حشوة كبسولة Capsulation Matrix الأجنة الجسمية مما يزيد كفاءتها في التحول والاحتفاظ بحيويتها أثناء مدد الخزن لمدة تزيد عن 6 أشهر تحت درجة حرارة 4°م (29).

وأشار (31) الى أن أفضل وسط يحفز تحول الأجنة المغلفة لنبات Saintpaulia Ionantha Wendle هو وسط MS المجهز بـ IAA تركيز 1 ملغم لتر$^{-1}$ وZeatin تركيز 2 ملغم لتر$^{-1}$. أما (13) فقد أوصوا في العام نفسه باستخدام وسط MS المجهز بالـ Kin وNAA مع حشوة كبسولة البراعم الجانبية لصنفين من أصناف الباذنجان الذي نجح في تحويل 84% من البذور المزروعة.

انواع البذور الصناعية

هناك أربعة أنواع من البذور الصناعية حسب نوع الأجنة وطريقة تغليفها وهي:

أ- بذور صناعية غير مغلفة (جافة ورطبة).

ب- بذور صناعية مغلفة (جافة ورطبة).

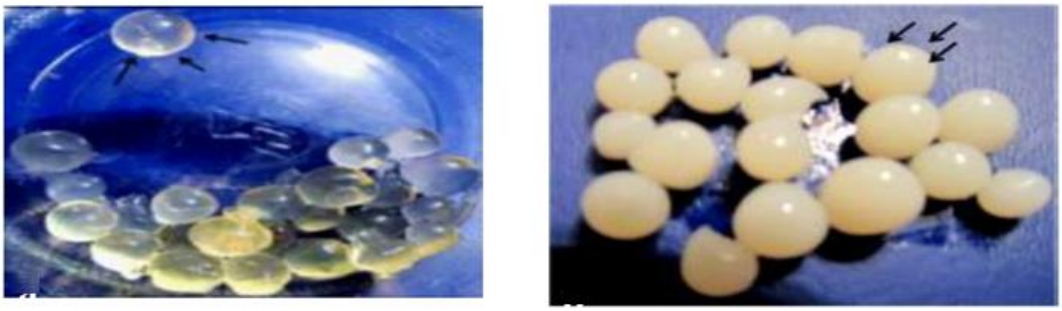
أكدت النتائج التي أجريت في هذا المجال الى أن التجفيف يضر بالأجنة، الأمر الذي ينتج عنه نسب تحول منخفضة، ويمكن استخدام الطريقتين أ و ب مع بذور الأنواع النباتية المتحملة للنقص الرطوبي، إذ من الضروري استعمال أغطية رطبة وذلك لضعف قابلية الأجنة الجسمية على تحمل هذا النقص فضلا عن حمايتها من التعرض للأضرار الميكانيكية (9 و18).

طرق تصنيعها واشكالها

فيما يتعلق بعملية الكبسولة للأجنة الجسمية فقد ذكر (15) ان هناك طريقتين:

1- مخلوط الجيل عن طريق التنقيط Gel Complexation via a Dropping Procedure.

2- عملية الكبسلة الآلية Automate Encapsulation Process.



شكل 5 البذور الصناعية من تصلب وتساوي والشفافية وعدم الشفافية.

The following should be available in the artificial seed casing: 1. To maintain the vitality of the fetus. 2. It can drink water when you plant 3. Be strong so that it endures manual and mechanical farming processes.

الاستنتاجات: اعتماداً على ما تم ذكره فإن طريقة اكثار النباتات باستخدام الاجنة الجسمية وتوظيف تقنية البذور الصناعية لزراعة النبات يعطي نتائج جيدة، لذا فإن هذه الطريقة من الاكثار يمكن ان تكون بديلاً جيداً عن البذور الحقيقية اذا ما أمكن تطوير هذه التقنية بشكل جيد.

المصادر

1. Abrahamian, P., and Kantharajah, A. (2011). Effect of vitamins on in vitro organogenesis of plant. American journal of plant Sciences, 2(05): 669-674.
2. Antonietta, G. M., Emanuele, P., and Alvaro, S. (1998). Effects of encapsulation on Citrus reticulata Blanco somatic embryo conversion. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 55: 235-238.
3. Ara, H., Jaiswal, U., and Jaiswal, V. S. (2000). Synthetic seed: prospects and limitations. Current science, 78(12): 1438-1444.
4. Asmah, H. N., Hasnida, H. N., Zaimah, N. N., Noraliza, A., and Salmi, N. N. (2011). Synthetic seed technology for encapsulation and regrowth of in vitro-derived Acacia hyrid shoot and axillary buds. African Journal of Biotechnology, 10(40): 7820-7824.
5. Bajaj, Y. P. S. (1995). Somatic Embryogenesis and Synthetic Seed II. Biotechnology in Agriculture and Forestry. Berlin, Springer-Verlag, 473.
6. Bandyopadhyay, S., and Hamill, J. D. (2000). Ultrastructural studies of somatic embryos of Eucalyptus nitens and comparisons with zygotic embryos found in mature seeds. Annals of Botany, 86(2): 237-244.
7. Bekheet, S. A. (2006). A synthetic seed method through encapsulation of in vitro proliferated bulblets of garlic (Allium sativum L.). Arab J Biotech, 9(3): 415-426.
8. Dubey, R. C. (2014). Advanced biotechnology, S. Chand and company LTD. Ram Nagar, New Delhi, India, 114.
9. Fujii, J. A., Slade, D., and Redenbaugh, K. (1989). Maturation and greenhouse planting of alfalfa artificial seeds. In vitro cellular and developmental biology, 25: 1179-1182.

10. Ganapathi, T. R., Suprasanna, P., Bapat, V. A., and Rao, P. S. (1992). Propagation of banana through encapsulated shoot tips. Plant Cell Reports, 11: 571-575.
11. George, E. F., Hall, M. A., and De Klerk, G. J. (2008). Plant propagation by tissue culture 3rd Edition. The Netherland, The Back Ground Springer.
12. Helal, N. A. S. (2011). The green revolution via synthetic (artificial) seeds: a review. Research journal of agriculture and biological sciences, 7(6): 464-477.
13. Huda, A. K. M. N., Bari, M. A., and Rahman, M. (2009). Asexual propagation of eggplant (Solanum melongena L.) through encapsulated axillary buds. Plant Tissue Culture and Biotechnology, 19(2): 263-288.
14. Kitto, S. L., and Janick, J. (1982). Polyox as an artificial seed coat for asexual embryos. In HortScience, 17(3): 488-488.
15. Kumar, U. (2011). Synthetic seeds for commercial crop production. Agrobios (India).
16. Leroy, X. J., Leon, K., Charles, G., and Branchard, M. (2000). Cauliflower somatic embryogenesis and analysis of regenerant stability by ISSRs. Plant Cell Reports, 19(11): 1102-1107.
17. Loyola-Vargas, V. M., and Ochoa-Alejo, N. (2012). An introduction to plant cell culture: the future ahead. Plant cell culture protocols, 1-8.
18. Magray, M. M., Wani, K. P., Chatto, M. A., and Ummyiah, H. M. (2017). Synthetic seed technology. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 6(11): 662-674.
19. Mariani, T. S., Sasmitamiharja, D., Mienanti, D., Latif, S., Ginting, G., and Miyake, H. (2014). Somatic embryogenesis of oil palm (Elaeis guineensis Jacq.) for synthetic seed production. Asian Journal of Applied Sciences, 2(3): 223-231.
20. Mondal, T. K., Bhattacharya, A., Sood, A., and Ahuja, P. S. (2002). Propagation of tea (Camellia sinensis (L.) O. Kuntze) by shoot proliferation of alginate-encapsulated axillary buds stored at 4 C. Current Science, 83(8): 941-944.
21. Murashige, T. (1977). Plant cell and organ cultures as horticultural practices. In Symposium on Tissue Culture for Horticultural Purposes 78: 17-30.
22. Murashige, T. (1987). The impact of plant tissue culture on agriculture. Frontiers of plant tissue culture, 15-26.
23. Nhut, D. T., Tien, T. N. T., Huong, M. T. N., Hien, N. T. T., Huyen, P. X., Luan, V. Q., and Teixeira da Silva, J. A. (2005). Artificial seeds for propagation and preservation of Cymbidium spp. Propagation of Ornamental Plants, 5(2): 67-73.
24. Nongdam, P. (2016). Development of synthetic seed technology in plants and its applications: a review. International Journal of Current Science and Research, 19(4): 86-101.
25. Pattnaik, S., and Chand, P. K. (2000). Morphogenic response of the alginate-encapsulated axillary buds from in vitro shoot cultures of six mulberries. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 60: 177-185.
26. Ramawat, K. G. (2008). Plant Biotechnology. S. Chand and company LTD. Ram Nagar, New Delhi, India, 272.

27. Rao, P. V. L., and Singh, B. (1991). Plantlet regeneration from encapsulated somatic embryos of hybrid Solanum melongena L. Plant Cell Reports, 10: 7-11.
28. Redenbaugh, K., Nichol, J., Kossler, M. E., and Paasch, B. (1984). Encapsulation of somatic embryos for artificial seed production. vitro, 20(2): 256-257.
29. Saiprasad, G. V. S. (2001). Artificial seeds and their applications. Resonance, 6(5): 39-47.
30. Sharma, S., Shahzad, A., and da Silva, J. A. T. (2013). Synseed technology a complete synthesis. Biotechnology Advances, 31(2): 186-207.
31. Taha, R. M., Daud, N., Hasbullah, N. A., and Awal, A. (2008). Somatic Embryogenesis and Production of Artificial Seeds in Saintpaulia ionantha Wendl. In VI International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 829, 331-336.
32. Umehara, M., Ikeda, M., and Kamada, H. (2007). Endogenous factors that regulate plant embryogenesis: recent advances. Japanese Journal of Plant Science, 1(1): 1-6.