الوراثة السايتوبلازمية Cytoplasmic inheritance

تلعب الجينات الموجودة في النواة الدور الاكبر في حياة الكائن الحي الا ان هنالك صفات عديدة مرتبطة بجينات موجودة خارج النواة على اجسام داخل سايتوبلازم الخلية وتسمى وراثة الصفات المرتبطة بجينات السايتوبلازم بالوراثة السايتوبلازمية وتسمى بالوراثة الامية Maternal inheritance وذلك يعود الى ان سايتوبلازم البيضة اكبر بكثير من سايتوبلازم حبة اللقاح ، وعند نقل نواة بيضة مخصبة ووضعها في سايتوبلازم خلية آخرى ينتج عنه اختلاف في الصفات المظهرية للكائن الحي بسبب السايتوبلازم الجديد المختلف ، ان تضريب السلالة A مع السلالة B تعطي افراد الجيل الاول AB سواء اعتبرنا A او B هي الام او الاب او مايسمى بالتضريب المتبادل غير ان سايتوبلازم السلالة A ولنرمز له a يختلف عن سايتوبلازم السلالة B ولنرمز له b عليه فان تغيير السلالة مرة اباً و مرة اماً سيعطي شكلين من افراد الجيل الاول اما AB–a او AB–b وبذا يكون التركيب الاول مماثل في تلك الصفات السايتوبلازمية للسلالة A بينما يكون التركيب الثاني مماثلاً في الصفات للسلالة B . هنالك صفات سايتوبلازمية تتوارث بشكل مستمر وان فعل الجينات فيها يشبه فعل جينات النواة اي يكون لها القدرة على استعادة وجودها في النسل اللاحق وتسمى الجينات الواقعة في السايتوبلازم بعدة تسميات (Plasma genes و Plasmons و Plasmids و Cytogenes و Extrachromosomal) . ان من بين اهم المميزات في الوراثة السايتوبلازمية انها ليست من الضروري ان تنعزل وفق النسب المندلية في الاجيال اللاحقة بعد التزاوج .

محتويات الخلية النباتية من كمية DNA

تشير معظم المعلومات المتوفرة عن الاحياء المتطورة Eukaryote بوجود حوالي(80– 90%) من كمية الـ DNA الكلية للخلية في داخل النواة . اما الكمية المتبقية وهي حوالي (10–20%) تكون موجودة في العضيات Organelles الموجودة في السايتوبلازم خارج النواة وبشكل رئيسي في عضيات المايتوكوندريا والكلوروبلاست ، وبالرغم من قلة كمية DNA غير الكروموسومي بالنسبة لكمية DNA الكلية في الخلية الا انه يلعب دوراً مهماً في عملية التنفس والتمثيل الكاربوني . لذا فان دراسة التاثيرات السايتوبلازمية في توارث الصفات الكمية يعد امراً مهماً لان معظم السايتوبلازم الموجود في البيضة المخصبة (النسل) يكون مصدره الام. قد لاتكون بعض صفات النسل ناتجه عن محتواه من الجينات في النواة بل هو تعبير عن المحتوى الجيني لسايتوبلازم الام، ان المواد التي تنتج التاثيرات الساتوبلازمية للام ليس لها القدرة على تجديد تواجدها في الخلية انما يجب تكوينها بواسطة التركيب الوراثي للام في كل جديد من النسل.

مكونات السايتوبلازم والمادة الوراثية :

ان من اهم مكونات السايتوبلازم هي المايتوكوندريا والكلوروبلاست اضافة الى اللايسوسومات واجسام كولجي والاخيرة لاتوجد معلومات كافية حول حملها المادة الوراثية وان الاختلافات الناتجة من التضريبات العكسية تعود الى الوراثة السايتوبلازمية هذا بالإضافة الا ان حالات التضريب الرجعي وإظهار صفات النسل يعود للام (الوراثة السايتوبلازمية) بعيداً عن المساهمة غير المتساوية لكل من الاب والام .

سلوك العناصر الوراثية في السايتوبلازم

ان سلوك العناصر الوراثية في السايتوبلازم يدل على انها لا تقع على الكروموسومات وان اقل وحدة وراثية تسمى بالجين البلازمي (البلازموجين) ويطلق على مكونات الخلية من الجينات البلازمية (بالبلازمون) وهي عناصر وراثية صغيرة وحلقية لها القابلية على التكرار الذاتي دون تقليل حيوية الخلية المضيفة وتستطيع الانتقال من خلية الى خلية اخرى بواسطة الاصابة دون تقليل حيوية الخلية المضيفة.

البلاستيدات:

ان من بين الظواهر التي سجلت حول الوراثة السايتوبلازمية تبقع اوراق نبات الساعة الرابعة (Mirabilis jalapa) حيث يعطي النبات ثلاث مظاهر للاوراق هي خضراء او بيضاء او مبقعة (خضراء وبيضاء) على افرع مختلفة لنفس النبات ، اذا تم التزاوج بين نبات ازهار ذات افرع خضراء الاوراق مع اي من الالوان الثلاثة فان الذرية تكون كلها خضراء الاوراق اذا كانت الام خضراء الاوراق وتستمر الالوان خضراء عبر الاجيال دون تغيير اما اذا كانت الام من فرع ابيض الاوراق وتم تضريبها مع نبات ذو فرع من اي لون آخر فان الذرية تكون كلها بيضاء اللون للاوراق وبذلك تموت هذه النباتات لعدم امتلاكها الكلوروفيل وهذا يعود الى جينات في البلاستيدات تتحكم بهذه الصفة وتستمر الى الاجيال اللاحقة كما في الامثلة التالية

ازهار فروعها بيضاء × ازهار فروعها خضراء

↓

جميع الافراد الناتجة تكون فروعها خضراء
مادام النبات لام اخضر

ازهار فروعها خضراء او اي لون اخر × ازهار فروعها بيضاء

↓

جميع الافراد الناتجة تكون فروعها بيضاء (الا ان النباتات البيضاء تموت لعدم قدرتها على القيام بعملية التركيب الضوئي لعدم امتلاكها الكلوروفيل)

وتوجد حالة اخرى في الذرة الصفراء ناتجة عن تاثير سايتوبلازم الام بفعل جينات البلاستيدات وهي اذا تم تزاوج بين نبات مخطط (ام) مع نبات اخضر الاوراق (أب) فان الذرية الناتجة تظهر بنسب مختلفة تكون خضراء اعتيادية و مخططة و عديمة اللون والاخيرة تموت بسبب غياب الكلوروفيل اما اذا تم التزاوج بين ام خضراء مع اب مخطط الاوراق فان الذرية تكون كلها خضراء الاوراق بسبب تغلب سايتوبلازم الام على سايتوبلازم الاب العديم للفعل الوراثي والذرية الاخيرة اذا تم تلقيحها ذاتياً ستظهر كلها خضراء الاوراق لان امهاتها تحوي سايتوبلازم الاوراق الخضراء وهنا لايكون للاب اي دور ولا تؤثر جينات النواة على الصفة وسميت في الذرة الصفراء non-chromosomal strip كما في التضريبات التالية

نبات اخضر الاوراق ام × نبات مخطط الاوراق أب

↓

الافراد الناتجة
اوراق خضراء اعتيادية : اوراق مخططة : اوراق عديمة اللون (تموت)

اب مخطط الاوراق × ام خضراء الاوراق

↓

الافراد الناتجة كلها خضراء الاوراق

الشيء المهم في هذه التهجينات هو الاختلاف في نتائج التهجين العكسي الذي يعود الى سايتوبلازم الام .

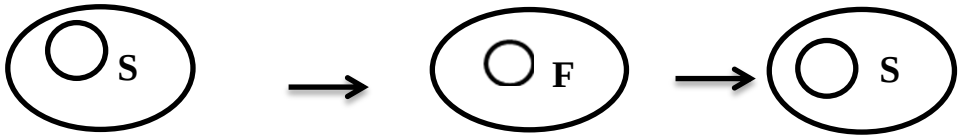
المايتوكوندريا:-

اوضحت الدراسات المطبقة على بعض الحالات النادرة في النبات مثل حالة العقم الذكري السايتوبلازمي ان المايتوكوندريا هي المسيطرة على هذا النوع من العقم في محاصيل زهرة الشمس، الذرة الصفراء، الذرة البيضاء . وتمت الاستفادة من هذه الظاهرة في انتاج هجن جديدة من المحاصيل بالاعتماد على هذه الظاهرة ، ان ذلك يخلق تغايرات وراثية جديدة باعتماد جينات السايتوبلازم (المايتوكوندريا في انتاج سلالات متباعدة وراثياً ذات قدرة عالية لانتاج قوة هجين كبيرة).

ان عدد الجينات المسيطرة على هذا النوع من العقم تختلف باختلاف المحاصيل فمثلاً في زهرة الشمس يسيطر عليه زوج واحد من الجينات في المايتوكوندريا بينما في الذرة الصفراء والبيضاء كانت عدد ازواج الجينات المسيطرة على العقم الذكري السايتوبلازمي مختلفة فمثلا في الذرة الصفراء يظهر عقم ذكري بسبب ظهور نصف حبوب اللقاح عقيمة ونصفها خصب في الجيل الناتج ، ناتجة من تضريب ام عقيمه مع اب خصب في النواة ويسمى هذا النوع من العقم Gametophytic اما النوع الاخر فيسمى Sporophytic ، بينما يعطي كافة نباتات الذرية خصبة وراثياً اذا كان الاب خصب نقياً وراثياً ، اما اذا كان الاب غير نقي فتعطي الذرية نصف نباتاتها عقيمة والنصف الاخر خصبة ، وفي كل الحالات المذكورة في زهرة الشمس والذرة الصفراء و البيضاء يكون العقم السايتوبلازمي متغلباً على الخصوبة السايتوبلازمية.

المحافظة على ادامة العقم:-

تسمى النباتات الخصبة سايتوبلازمياً B-Lines والعقيمة سايتوبلازمياً A-Lines والخصبة وراثياً R-Lines اي حافظة للخصوبة لانها تمنح الذرية الخصوبة عند تلقيحها مع نباتات عقيمة سايتوبلازمياً لذا عند تلقيح (A) مع (B) فان السلالة (A) متغلبة عليها فتنتج الذرية كلها عقيمة بسبب تغلب (A) على (B) بينما اذا تم تضريب السلالة (A) مع السلالة (R) فان الناتج يكون خصب لكون (A) متنحي امام (R) بينما السلالة (B) مديمة للعقم

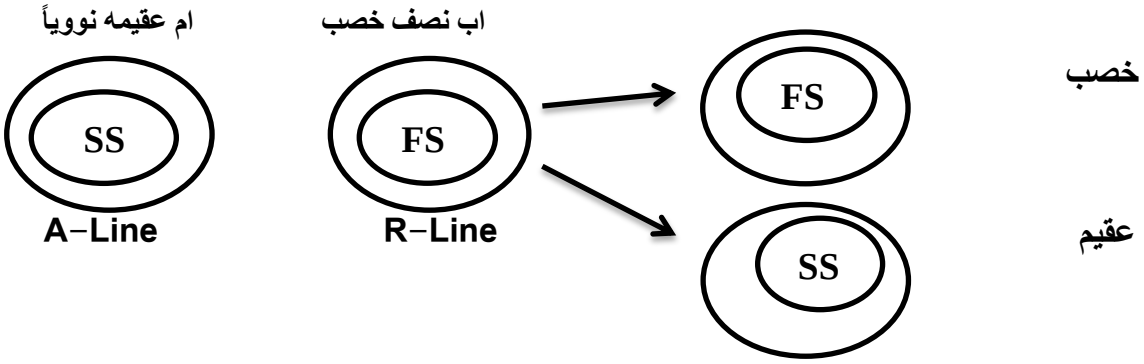


A-Line B-Line عقيم

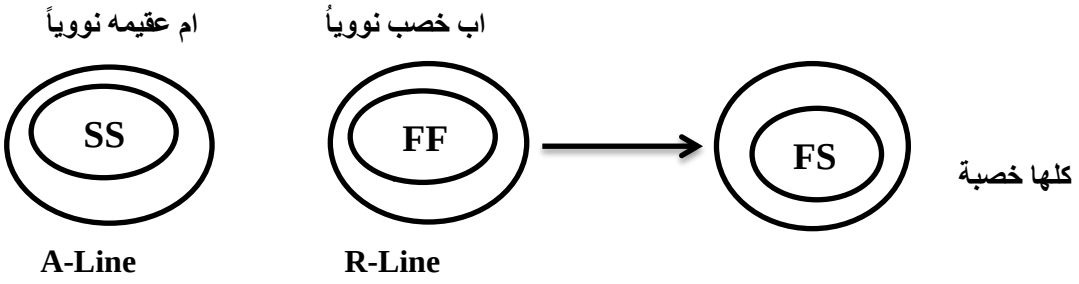
أستخدام اب خصب سايتوبلازمياً لادامة السلالة العقيمة ذكرياً (سايتوبلازمياً) حيث ان (F) في السايتوبلازم متنحي امام (S).

(S) Sterility عقيم سايتوبلازمياً

(F) Feritility خصب سايتوبلازمياً



استخدم اب R–Line مع ام A–Line يعطي 50% من النباتات عقيمه و 50% خصبة لكون R–Line غير نقي لذا لا يفضل مثل هذا الاب لإنتاج بذور الهجين



استخدام اب R–Line نقي لانتاج بذور الهجين حيث (F) هنا متغلبة على (S) الناتج كلها خصبة (FS) .

تعتبر صفة العقم الذكري السايتوبلازمي من الصفات المتوارثة امياً والتي يتم فيها اعاقة انتاج حبوب لقاح فعالة .

تاثير سايتوبلازم الام في فراشة الدقيق:-

اللون القهوائي في العين سببه صبغة في السايتوبلازم تسمى (Kynurenine) كانيورناين ويحدث تلون جسم اليرقات وهذه الصبغة ناتجة عن وجود الجين A المتغلب على اليله a الذي لايعمل على تكوين الصبغة

انثى منتجة للجين **ذكر هجين**

Aa x aa

Aa : aa

نصف اليرقات لاتحتوي على الصبغة المذكورة **نصف اليرقات تحتوي على الصبغة المذكورة**

وعند اجراء التهجين المتعاكس

ذكر **انثى هجينة**

Aa x aa

Aa : aa

نلاحظ جميع اليرقات تحتوي على الصبغة المذكورة

وهذا يدل دلالة واضحة ان سايتوبلازم الام (Aa) يحتوي على الصبغة نتيجة احتواء تركيبها الوراثي على الجين (A) .

بعد فترة من النمو نجد ان نصف اليرقات تفقد صبغتها حتى تصبح تدريجياً عديمة الصبغة ذات التركيب aa السبب في ذلك ان الام الحاوية على الجين A في تركيبها الوراثي تعطي بعض الصبغة الى البيوض التي تنتجها عن طريق سايتوبلازم البيضة . الام ذات التركيب Aa تنتج نوعين من البيوض A و a وكلاهما يحتوي على الصبغة في سايتوبلازم البيضة فالابناء ذات التركيب aa ينقصها الجين A الذي يعمل على تكوين الصبغة في السايتوبلازم ، هذه اليرقات تصبح عديمة الصبغة بعد استهلاكها لجميع الصبغة التي حصلت عليها عن طريق الام . لذلك فان هذه الوحدات السايتوبلازمية يمكن اعتبارها وحدات وراثية مساوية للعوامل الموجودة على الكروموسومات وسميت (جينات البلازما) لانها تقع خارج الكروموسومات .

الفرق بين الافراد الناتجة في الوراثة غير الكروموسومية عن الكروموسومية :-

يحصل للافراد المتزاوجة صفات ناتجة عن عوامل غير كروموسومية تتمثل بمايلي

1- اختلاف في نسب ابنائها عن النسب المندلية المتوقعة.
2- اختلاف في نتائج التزاوجات العكسية (تاثيرات الام) .
3- عادة الصفات لا تخفى بعد جيل واحد من التزاوجات ونما تستمر طيلة وجود العامل.
4- DNA موجود في كروموسومات خارج النواة تقع في العضيات مثل المايتوكوندريا والكلوروبلاست .
5- تشغل الجينات النووية مواقع ثابتة على الكروموسومات ولها خرائط محددة تعين مواقعها بالنسبة للجينات الاخرى، اما الجينات اللانووية توجد في السايتوبلازم في العضيات .
6- ان البويضة تحوي كمية اكبر من السايتوبلازم مقارنة بالامشاج الذكرية ولهذا يتوقع انها تؤثر على الصفات المندلية .

اقسام العقم الذكري اعتماداً على اشتراك جينات كل من النواة والسايتوبلازم :-

1- العقم الذكري الوراثي Genetic male sterility

تكون في حبوب اللقاح عقيمه بسبب سيطرة زوج واحد من الجينات المتنحية على الصفة وعليه فالتركيب الوراثي للنبات العقيم (ms ms) ويكون المسؤول عن العقم جينات موجودة في النواة مثل نبات الشعير ، الفاصوليا، البطاطا. للمحافظة على السلالات العقيمة يجب تضريبها مع سلالات معروفة خصبة هجينة اي ان تركيبها الوراثي يكون (MS ms) لذا فان الجيل الناتج يكون 50% من نباتاته عقيمه عقماً ذكرياً ووراثياً و50% من نباتاته خصبه ذكرياً كما في التضريبات التالية

سلالة خصبة هجينة اب سلالة عقيمه وراثياً ام

ms ms × MS ms

F1 MS ms : ms ms

50% سلالة خصبة 50%سلالة عقيمة

2- العقم الذكري السايتوبلازمي Cytoplasmic male

هذا النوع من العقم يعتمد على السايتوبلازم فقط واول من ذكره Rhoads (1931- 1651) في الذرة الصفراء وقال انه يخضع لسيطرة عوامل وراثية في السايتوبلازم . لان السايتوبلازم ينتقل عن طريق الام حيث تكون حبوب اللقاح عقيمه غير فعالة بسبب وجود عوامل وراثية في السايتوبلازم والنباتات الحاملة لهذا العقم لاتستطيع تلقيح نفسها ذاتياً او ان تكون البذور الا اذا لقحت بحبوب لقاح فعالة لاصناف اخرى فعند تلقيح نبات عقيم عقم ذكري سايتوبلازمي وكونه ام مع نبات اخر اعتيادي سيكون النسل الناتج كله عقيم والسبب ان البيضه تحمل معظم السايتوبلازم لذلك فالجينات الموجودة في السايتوبلازم للام هي المحددة لحالة العقم الذكري السايتوبلازمي

سلالة طبيعية سايتوبلازمياً × سلالة عقيمة سايتوبلازمياً

↓

النسل الناتج 100% عقيم سايتوبلازمياً

3- العقم الذكري الوراثي – السايتوبلازمي Genetic-Cytoplasmic male

يعتمد هذا العقم على التداخل بين جينات النواة والسايتوبلازم ولا يمكن لاحدهما ان يظهر العقم دون الاخر. ان العقم الذكري السايتوبلازمي المعروف (C.M.S-T) له اهمية كبيرة في اكتشاف صفة العقم بالنسبة لمختصي الوراثة ومربي النبات لانها انهت عملية ازالة النورات المذكرة المكلفة جداً في انتاج هجن الذرة الصفراء مادياً وتستغرق جهداً كبيراً . ان خصوبة الام لاتتاثر بالعقم الذكري السايتوبلازمي ، لذا فان النباتات العقيمة ذكرياً يمكنها انتاج بذور طبيعية اذا توفر مصدر لحبوب اللقاح ذات حيوية جيدة .

العقم الذكري في الكتان :-

لوحظ في الكتان وجود سلالتين احدهما طويلة الساق والاخرى قصيرة الساق وكلاهما ذات خصوبة ذاتية وعند تلقيح السلالتين مع بعظهما اي اب قصير الساق مع الام طويلة الساق حصل على افراد الجيل الاول طبيعية الخصوبة (اخصاب ذاتي) وكذلك الحال بالنسبة لافراد الجيل الثاني. اما عند اجراء التلقيحات العكسية اب طويل الساق مع ام قصيرة الساق اعطى افراد الجيل الاول طبيعية الخصوبة اما افراد الجيل الثاني فكانت بنسبة 3 طبيعية الخصوبة : 1 ذات عقم ذكري ، وفسرت النتائج على اساس ان السلالة طويلة الساق تحتوي على الجين المتنحي ms بصورة نقية والذي يحتوي على خصوبة طبيعية عندما يوجد في سايتوبلازم السلالة القصيرة الساق فيسبب العقم الذكري .

استحداث العقم الذكري السايتوبلازمي :-

تم استحداث العقم الذكري السايتوبلازمي عن طريق فعالية جين الكلوروفيل iojap عندما نقل اليل الكلوروفيل iojap من النوع البري ليحل محل جين iojap في النوع المزروع . ذكر العالم Edwardson (1970) بان مصادر العقم الذكري السايتوبلازمي تكون نتيجة

1- التهجين بين الاجناس
2- التهجين بين الانواع
3- التهجينات المتباعدة
4- النباتات الذاتية التلقيح التي لها ميكانيكية واضحة في عملية التلقيح والتي يجب ان تكون ذاتية بحيث لايسمح بحدوث التلقيح الخلطي الا بنسبة قليلة جدا
5- استحداث المطفرات الكيمياوية مثل اثيل مثيل سلفونات في الذرة الصفراء ووجد حديثاً بأن الستربتومايسين يستطيع القيام بانتاج العقم الذكري السايتوبلازمي.

عيوب العقم الذكري السايتوبلازمي :-

1. اكتشاف هذا العقم ادى الى حدوث نوع من التماثل الوراثي في الذرة الصفراء Genetic Uniformity in maize ان سبب التماثل الوراثي يعود الى ان مربي النبات اعتمد على مجموعة قليلة من المصادر الوراثية لذلك المحصول .

1- ادى اكتشافه الى كارثة وراثية Genetic disaster في عام (1970) عندما تعرضت الذرة الصفراء الهجينة الحاملة للعقم الذكري السايتوبلازمي من نوع (C.M.S.T) لمرض اللفحة الصفراء في الاوراق المتسببة عن الفطر Helminthosporium maydis والذي ادى الى القضاء تماماً على الذرة الصفراء الهجينة الحاملة لهذا العقم في امريكا .

يجب التمييز بين المصطلحين التاليين

Chromogens :- هي عوامل وراثية توجد في النواة وتكون محمولة على الكروموسومات .

Plasmagens :- هي عوامل توجد في السايتوبلازم وهي عبارة عن جينات لا نووية لها القدرة على التكاثر والانتقال عبر الاجيال من خلال السايتوبلازم .

المصادر

المصادر العربية

1. **الانباري** ، محمد احمد ابريهي وعبد الكريم حسن الرومي .2016. دراسة نسبة التوريث ومعدل درجة السيادة لتراكيب وراثية في الذرة الصفراء .مجلة جامعة كربلاء العلمية – المجلد السابع ،العدد الاول،258-276.
2. **البلداوي** ، عبد اللطيف فالح ، عبد الرزاق عبد المجيد وهيثم جسام محمد. 1987. الوراثة . قسم الثروة الحيوانية – كلية الزراعة جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .
3. **الخطيب** ، سؤدد اسامة و عمر قحطان ياسين . 2014. تاثير مجاميع الدم حسب نظام ABO على تركيز الهيموكلوبين في مختلف المراحل العمرية والجنس . مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة ، المجلد7 ، العدد1 ، 145-157.
4. **الخفاجي** ، حميد جلوب علي ، ضياء بطرس يوسف .2000. اتجاهات جديدة في تربية النبات. الطبعة الاولى . صنعاء-الجمهورية اليمنية .
5. **الدليمي** ، حمدي جاسم حمادي .2017. محاضرات في وراثة النبات . قسم المحاصيل الحقلية- كلية الزراعة- جامعة الانبار .
6. **الساهوكي** ، مدحت مجيد ، حميد جلوب علي ومحمد غفار .1983. تربية وتحسين النبات –كلية الزراعة جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .
7. **الساهوكي** ، مدحت مجيد.2005. البايولوجيا الجزيئية للنبات- كلية الزراعة جامعة بغداد- وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .

8. **الطنطاوي** ، عبد العظيم ، علي حامد محمد. 1963. اساسيات علم الوراثة . دار المعارف الاسكندرية – جمهورية مصر العربية .

9. **العذاري** ،عدنان حسن .1999. اساسيات في الوراثة . كلية الزراعة و الغابات– جامعة الموصل. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .

10. **تاج الدين** ، سعد جابر وعبد الغني هادي . 2000. الخلية والوراثة – الجزء الثاني – قسم علوم الحياة– كلية العلوم – جامعة البصرة – وزارة التعليم العالي والبحث العلمي .

المصادر الاجنبية

الاجنبية

1. **Alberts** , B., D. Bray, J. Lewis , M. Raff , K. Roberets and J. D. Watson (1983) Molecular biology of the cell . Garland publishing , Inc., New york.
2. **Anderson** ,W.F., and E. G. Diacumakos,1981. Genetic engineering in mammalian cells.sci. Amer. 245 (1): 60-93.
3. **Annicchiarico**,(2002) Genotype x Environment interactions challenges and Opportunities for plant breeding and cultivar recommendation, F. A-O, Rome (in press) .
4. **Ashikari**, M., Sakakibara H, Lin., Yamamoto T., Takashi T., Nishimura A., Angeles E.R., Qian Qian, Kitano H. and Matsuoka M. (2005). Cytokinin oxidase regulates rice grain production . Science 309: 741-745 .
5. **Anyanga** , W.O., P.Rubaihayo, P.Gibson and P.Okori. (2016). Combining ability and gene action in sesame (Sesamum indicum L.) elite genotypes by diallel mating design . vol.8(11), 250-256.

6. **Auerbach** , C. (1962) Mutation , an introduction to research on mutagenesis . Oliver and Boyed , Edinburgh .
7. **Bailey**, B. and Lappe M., editors (2002). Engineering the form Washington , DC : Island press .
8. **Banatvala,** B., Bell P. and Symonds M. (2005). The research assessment exercise is bad for UK medicine, Lancet : 365-452.
9. **Bateson**, W. (1909) Mendel's –principles of heredity- Cambridge university press Cambridge .
10. **Bauer,** M.W. and Gaskell G., editors (2002). Biotechnology- The making of a global controversy , Cambridge : University press.