وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية الزراعة

قسم البستنة وهندسة الحدائق

البراسنوستروييدات

(Brassinosteroids)

مدرس المادة

أ.د. اديب جاسم عباس

المحاضرة الثالثة

البراسنوستروييدات (Brassinosteroids)

البراسينوستروييدات (BRs) هي مجموعة من هرمونات الستروييد وقد عدت هذه الهرمونات الجديدة المجموعة السادسة بعد الهرمونات التقليدية : الاوكسينات، الجبرلينات السايتو كاينينات، الاثيلين وحامض الابسيسيك لكثرة الادلة الدامغة على تأثيراتها الحيوية والفسيولوجية في النبات اذ اظهرت في معظم الحالات تأثيرات متشابهة للأوكسينات والجبرلينات والسايتوكاينينات فالبراسينوستروييدات لها مدى واسع ودوراً رئيسيا في مظاهر النمو والتطورالنباتي.

وعرفت البراسينوستروييدات بأنها مركبات طبيعية داخلية تنتج في اجزاء النبات المختلفة وقد ثبت انها تلعب دورا مهما في نمو النبات وتطوره من خلال تأثيراتها ومساهماتها في تنظيم عدد من مظاهر وسمات النمو والتطور في النبات منها : الاستطالة والانقسام الخلوي، البناء الحيوي لمكونات الجدار الخلوي، تكشف وتمايز النظام الوعائي نمو الافرع، تكوين الجذور العرضية التزهير، تحفيز حيوية وخصوبة ونمو الانبوب اللقاحي، انبات البذور ، مقاومة الاجهادات الحية وغير الحية، تأخير الشيخوخة، تحفيز عملية التمثيل الضوئي، تحفيز انتقال وتوزيع المواد الغذائية المصنعة وامتصاص الايونات المعدنية، تنظيم التعبير الجيني لمئات من الجينات وان قسم من هذه الجينات عالية التنظيم يتوقع لها ان تلعب دورا مهما في عمليات النمو والتطور النباتي فضلا عن ذلك تحفيزها لبناء وتكوين DNA و RNA والبروتينات وتثبيت النتروجين ... وغيرها من الوظائف والتأثيرات الاخرى.

اكتشفت مركبات الستروييد Steroids منذ مدة طويلة في الحيوان والتي تشمل على هرمونات الجنس Sex Hormones منها : Estrogene و Androgenes و Progestins وهرمونات قشرة الكلية Andernal cortex hormones: منها Glucocorticoids و Mineralocorticoids :

اما هرمونات الستروييد النباتية فقد اكتشفت عام 1970 واستخلصت من حبوب لقاح نبات السلجم Brassica napus L. وقد سميت بالبراسينات Brassins وهي تتركب من خليط معقد من الدهون ولها تأثيرات فعالة بيولوجيا وقد ذكر البعض احتوائها على الجبرلينات، لقد وجد ان كل 227 كغم من حبوب لقاح نبات السلجم تحتوي على 10 ملغم من مادة بلورية تم فصلها واستخلاصها واطلق عليها براسينولايد Brassinolide (BL) ان المادة الناقلة التي استخلصت هي عبارة عن ستيروييد لاكتون Steroidal Lacton والذي سمي بالبراسينولايد (BL) وان معرفة تركيبه الكيميائي ادى الى تشخيص 60 نوعا من الفايتوستروييد Phytosteroids والتي سميت بالبراسينوستروييدات (BRs). منذ اكتشاف BRs تم التعرف عليها في 27 عائلة من نباتات مغطاة البذور Angiosperms و 3 عوائل من نباتات عارية البذور

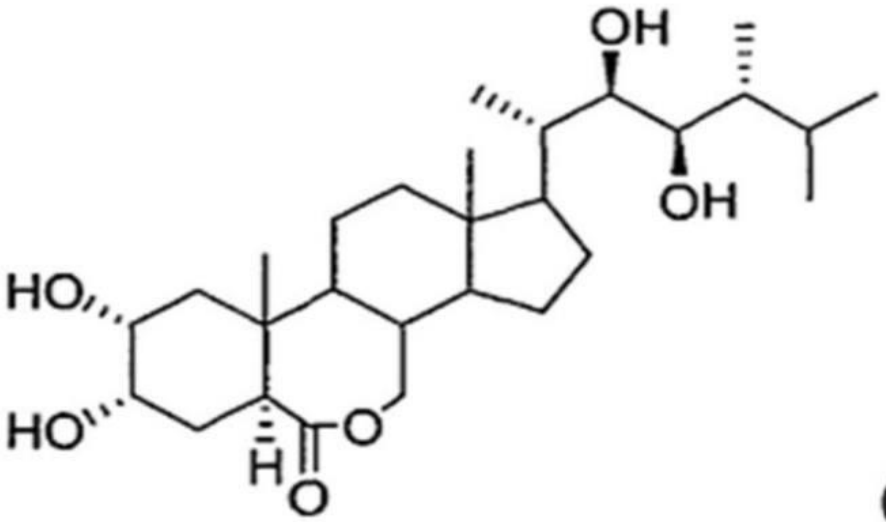
البراسنوستروييدات (Brassinosteroids)

Gymnosperms وقد وجد ان BRs موجودة في 64 نوعا نباتيا (حاليا تجاوزت 70 نوعا نباتيا) وكذلك توجد في الطحالب الخضراء Green Algae، توجد البراسينوستروييدات في نباتات مغطاة البذور بمستويات منخفضة فهي موجودة في حبوب اللقاح، الاسدية، البذور، الأوراق السيقان الجذور، الازهار والانسجة الخضرية حديثة النمو لذلك يظهر بأن الـ BRs موجودة في كل اجزاء النبات وهذا يدل على انها قد تسبق غيرها من الهرمونات النباتية بوجودها في النبات وعلى الرغم من وجود البراسينوستروييدات في انسجة وخلايا واعضاء النبات المختلفة الا ان كميتها تختلف باختلاف العضو النباتي فحبوب اللقاح والبذور تحتوي على نسبة مرتفعة لا تقل عن 500 ملغم كغم والمجموع الخضري يحتوي بين 1-100 ملغم كغم -1 والثمار 1-10 ملغم كغم اما الاوراق فتحتوي على 5-10 ملغم كغم وتوجد الـ BRs في النبات على شكل او هيئة حرة أو مرتبطة مع السكريات او الاحماض الدهنية او قد تكون مرتبطة بالبروتينات.

الصيغة الكيميائية للبراسينولايد (BL)

($C_{28}H_{48}O_6$)ووزنه الجزيئي 480، ان الاختلاف الكيميائي في انواع البراسينوستروييدات جعل الباحثين يعطون ارقاما لها كالبراسينوسترويد BR BR3، BR2 ... وهكذا وقد وجد من مجموع 31 نوعا من الـ BRs تم تشخيصها هناك 29 نوعا منها حرة واثنان مرتبطة فقط، أن البراسينوستروييدات عبارة عن مجموعة من الستيرويدات متعددة الهدروكسيل Polyhydroxyl Steroids وان الفعالية البيولوجية لهذه الانواع يتم الكشف عنها من خلال المركب epibrassinolide(24-epi BL) والمركب -28 (Homobrassinolide (Homo BL-28) والمركبات المختلفة يمكن تصنيفها بالبراسينوستروييدات (27-C-28, C , C-29) اعتمادا على تركيب السلسلة الجانبية علما ان مركب24-epi BL يمكن انتاجه بتكلفة اقل من مركب البراسينولايد (BL) لذلك غالبا ما يستعمل (24-epi BL) في البحوث والتجارب الفسلجية الا ان فعاليته قدرت بحوالي (10%) من فعالية الـ BL في معظم التحاليل والاختبارات ومن الجدير بالذكر ان ليس جميع البراسينوستروييدات تكون فعالة حيويا وبيولوجيا .

الصيغة التركيبية Structural Formula:



(II)

انتقال البراسينوستروريدات Brassinosteroids Transport

1- انتقال البراسينوستروريدات الخارجية (المضافة)

بينت الدراسات ان الـ BRs تنتقل رأسيا (Acropetally) من الاسفل الى الاعلى اي من الجذر الى الافرع الخضرية اذ لوحظ ان نسبة قليلة من Brassinolide (BL و CS Castasteron المضافة الى جذور نبات الرز قد انتقلت الى الافرع الخضرية وبالطريقة ذاتها عندما اضيف (C_{14}) epi -24BL الى جذور شتلات الحنطة والخيار لوحظ وجوده في اجزاء النبات كافة وعلى النقيض من ذلك لوحظ ان اضافة الـ (BL) و (CS) الى الانسجة الخضرية للبازلاء فأن كلا النوعين قد تم امتصاصهما ولكنهما لم يتحركا عن موقع الاضافة كذلك لوحظ عند اضافة الـ (BL) و (CS) الى اوراق الرز فأنهما لم يتحركا لمدة 24 ساعة وبالطريقة ذاتها عند اضافة (C_{14}) epi-24 BL الى اوراق الحنطة لوحظ عدم انتقاله حتى بعد 7 ايام من من الاضافة، أن هذه الحركة ليس بالضرورة ان تعمم على الـ BRs الداخلية المنشأ.

2- انتقال البراسينوستروييدات الداخلية المنشأ

بينت الدراسات ان انتقال جزء بسيط من الـ BRs ممكن ان يكون Basepetally) اي من الاعلى الى الاسفل من البراعم القمية الى السلاميات او من النمو الخضري الى الجذور كما بينت الدراسات ان الـ BRs الداخلية المنشأ الفعالة حيويا لا تنتقل الى مسافات بعيدة.

3- انتقال البراسينوستروييدات في النمو الخضري

لقد وجد ان ازالة البرعم القمي والاوراق لم تؤدي الى نقصان في مستوى الـ BRs الداخلية المنشأ في بقية الاجزاء الخضرية وهذا يدل على عدم انتقال الـ BRs من البرعم القمي، الا ان معظم الدراسات تشير الى امكانية انتقال الـ BRs لمسافات قصيرة.

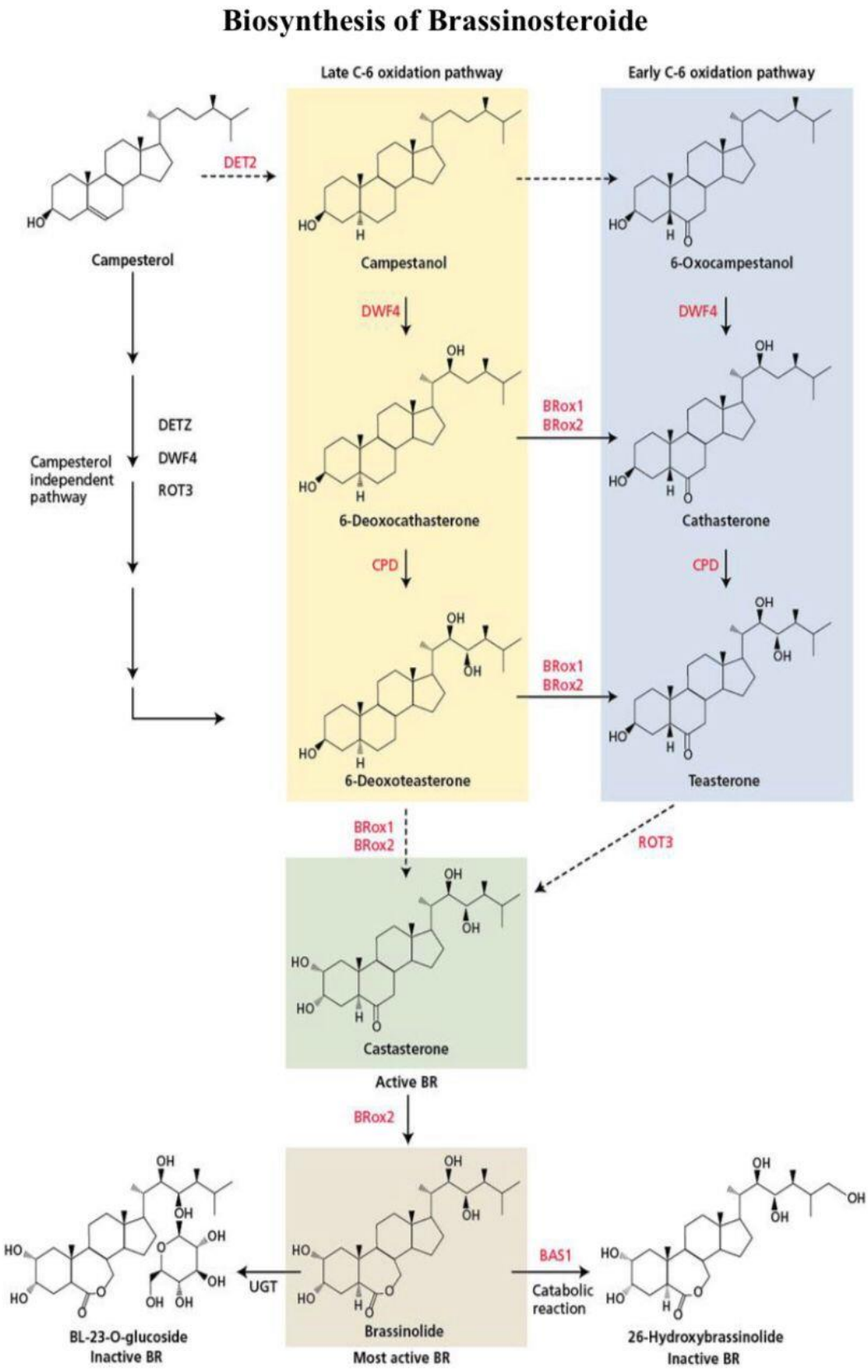
ان اضافة epi-24 BL (C_{14}) الى الجذور فأنه ينتقل لمسافات طويلة من الجذر الى الافرع كما لوحظ حدوث استطالة في سويق الورقة، اما عند اضافته الى الاوراق فقد لوحظ انه سهل الامتصاص ولكن انتقاله خارج الورقة كان بطيئاً جدا ويمثل 16% من كميته الممتصة وهذا يوضح سهولة انتقاله من الجذور الى الاوراق وصعوبة أو ضعف انتقاله خارج الورقة لذا يمكن الافتراض ان ينتقل من الجذور الى الافرع عن طريق نسيج الخشب مع سريان النتح في حين ان حركته خارج الورقة تكون من خلال نسيج اللحاء لهذا تكون بطيئة، وعلى الرغم من ذلك فأن حركة الـ BRs الداخلية المنشا تختلف عن حركة الـ BRs الخارجية المضافة حيث وجد ان معاملة النباتات المطفرة التي تنخفض فيها نسبة البراسينوستروييدات بـ BRs في منطقة التطعيم لم يظهر أي تحرك لل BRs سواء كان الى الاعلى او الاسفل عموما ان حركة وانتقال الـ BRs الطبيعية داخل النبات لازالت غير واضحة.

البناء الحيوي للبراسينو ستروييدات Biosyinthesis Brassinosetroids (BRs)

ان مسار البناء الحيوي للبراسينوستروييدات BRs يتم كتفرع لمسار التربينات Terpenoids كما في الجبرلينات السايتوكاينينات وحامض الابسيسيك حيث يبدأ مسار التربينات من مركب Isopentenyl diphosphate (IPP, C_5)والناتج من حامض الميفالونك Mevalonic Acid حيث يتكون مركب Farnesyl diphosphate (FPP, C_{15}) لتكوين مركبات تحتوي على ذرة كربون (C-30) ثم يدخل سلسلة من الحلقة المغلقة لتكوين مركب Pentocyclic triterpenoid الذي هو عبارة عن ستروييد مشتق من مركب Cycloartenol علما ان جميع الستروييدات في النباتات مشتقة من هذا المركب من خلال سلسلة التفاعلات التأكسدية والتحويرات التي تحصل عليها.

يبدأ المسار الحيوي لبناء البراسينوستروييدات من المركب Campesterol الذي يعد البادئ او المولد التخليقي لها والذي يشتق من مركب Cycloartenol اذ يتحول الكامبسترول Campesterol اولاً الى مركب Campestanol في خطوات يستخدم فيها الجين Deetionlalated (DET2 ثم يتحول المركب Campestanol (CS) بعد ذلك الى مركب Castasterone من خلال احد المسارين اللذين يطلق عليهما مسارات اكسدة الكربون C-6 المبكر والمتأخر C-6 Oxidatoin Pathway Early and Late لتكوين مركب الـ Brassinolide (BL) ، كما مبين ادناه

(Brassinosteroids) **البراسنوستروييدات**



التأثيرات الفسيولوجية للبراسينوستروييدات Physiological Effects of BRs

1- النمو الخضري Vegetative Growth

لوحظ ان الـ BRs لها دور في تحفيز انقسام واستطالة الخلايا من خلال زيادة فعالية ونشاط انزيم (DNA, RNA Polymerase) ومن ثم تكوين الاحماض النووية والبروتينات فضلا عن تحفيز نشاط انزيم ATPase الذي بدوره يحفز انزيم Carboxylase المسؤول عن زيادة البروتين الذائب وانخفاض السكريات وهذ يوضح الانقسام والاستطالة الناتجة عن تأثير الـ BRs والتي تشابه تأثير كل من الاوكسين والجبرلين وتعتمد على بناء وتخليق الاحماض النووية والبروتينات.

2- نمو الجذور Roots Growth

ان الـ BRs لها دور في تنظيم نمو وتطور الجذور فهي قد تحفز او تثبط النمو اعتمادا على نوع الـ BRs وتركيزه المستعمل اذ ان التراكيز المرتفعة منها تحفز انتاج الاثيلين لذا فأن التثبيط يعود الى الاثيلين اما التراكيز الواطئة فأنها تحفز تكوين الجذور العرضية وهذا ربما يعود الى تأثيرها التضامني مع الاوكسين (IAA) اذ تعمل البراسينوستروييدات على تحفيز الانتقال القطبي للأوكسين من الاعلى الى الاسفل والذي يؤدي الى تحفيز نمو الجذور العرضية، اما عن التأثير في استطالة الجذور فأن الـ BRs تثبط الاستطالة وهنا تعمل بدون الـ IAA.

3- التزهير Flowering

تعمل على تحفيز التزهير من خلال تأثيرها في تخفيض مثبطات التزهير.

4- نمو الانبوب اللقاحي Pollen Tube Growth

تساعد البراسينوستروييدات في سرعة نمو الانبوب اللقاحي واحداث عملية التلقيح.

5- انبات البذور Seeds Germination

تساعد الـ BRs في انبات البذور لاسيما انها تحتوي على نسبة مرتفعة من الـ BRs، وان تحفيز عملية الانبات يعتمد على تداخلها مع بقية الهرمونات النباتية.

6- زراعة الانسجة النباتية Plant Tissue Culture

لوحظ ان للـ BRs دورا تحفيزيا في الاستطالة في مجال الزراعة النسيجية وان الـ Homo-28 BL هو اكثر الانواع حيوية وتأثيرا.

7- الانسجة الوعائية Vascular Tissues

تؤثر الـ BRs في تطور النسيج الوعائي اذ انها تعمل على تحفيز تخصص نسيج الخشب وتثبيط تخصص نسيج اللحاء وهذا التأثير يكون اكثر وضوحا في النباتات المطفرة وراثيا التي تعاني من نقص البراسينوستروريدات، اذ تتوسط الـ BRs عملية التخصص من الكامبيوم الأولي الى الخشب عن طريق تنظيم التعبير الجيني لجينات يطلق عليها Homeobox والتي تلعب دورا حاسما في عملية التمايز والتطور.

8- التداخل مع الهرمونات النباتية الاخرى Interaction with other Plant Hormones

تتداخل البراسينوستروريدات احيانا مع الاوكسينات بعلاقة تضامنية فعند اضافتها مع الأوكسين ينتج عن ذلك تحفيز تكوين الاثيلين، كما يتفاعل الـ ABA وبقوة مع الـ BRs مسببا تثبيط مشتقات الـ BRs. مثل 28-Homo BL , 24-epi BL

9- وهناك تأثيرات أخرى

- **تحفيز بناء الاحماض النووية**
- **الاستطالة الخلوية**
- **البناء الحيوي لمكونات جدار الخلية**
- **تأخير الشيخوخة**

المصادر

1- الخفاجي ، مكي علوان . 2014 . منظمات النمو النباتية تطبيقاتها واستعمالاتها البستنية . كلية الزراعة – جامعة بغداد - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، مطبعة المدار الجامعية

2- رحيم ، عمر حارز 2014 . تأثير الرش بال Humic acid ومنظم النمو Brassinosteroid في صفات النمو الخضري والزهري والحاصل الاشجار البرتقال المحلي Citrus .sinensis L . رسالة ماجستير - قسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة – جامعة تكريت .

3- الربيعي ، نوال محمود علوان 2015 . تأثير التظليل ومنظم النمو البراسينولايد وحامض السالسيليك في نمو وازهار وحاصل نبات الكلاديوليس صنف White prosperity اطروحة دكتوراه . قسم البستنة وهندسة الحدائق - كلية الزراعة - جامعة بغداد

4- اثير محمد إسماعيل ، منظمات النمو النباتية ، https://www.uoanbar.edu.iq/eStoreImages/Bank/17791.pdf