وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية الزراعة

قسم البستنة وهندسة الحدائق

الجاسمونك اسد

(Jsmonic acid)

مدرس المادة

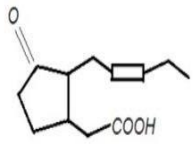
أ.د. اديب جاسم عباس

المحاضرة الخامسة

المقدمة:

ان حامض الجسمونيك مركب عضوي يوجد في العديد من النباتات.ويعد احد افراد صف الجاسمونيتات jasmonates للهرمونات النباتية . لقد تم التعرف على حامض JA ومثيله (MeJA(كمركبات ثانوية في الزيوت الطيارة المستخلصة من نبات الياسمين Plant jasmine لقد تم تحديد هذا المركبات في اكثر من 203نوع نبات تشمل حوالي 15 عائلة .كما توجد في الطحالب والسرخسيات والفطريات اما في النباتات فتتراكم وتتركز في القمم النامية للساق والجذر والأوارق الحديثة النامية والثمار غير الناضجة ويعتبر حامض JA ومثيله (MeJA(من المركبات المهمة في صناعة العطور .

وقد شخص مركب MeJA لأول مرة كمكو ن للزيت الاساسessential oil في العديد من الانواع النباتية . في حين ان الJA قد تم استخراجة لاول مرة من راشح المزارع الفطرية. وبينت الد ارسات القديمة ان الاستخدام الخارجي للJA او MeJAيمكن ان يحفز الشيخوخة ويعمل كمنظم نمو. كما بينت البحوث اللاحقة انJA يمكن ان يغير التعبير الجيني . وان التعرض للجروح ربما تسبب تراكم ال JA/MeJA في النبات وتبين تلك النتائج دور حامض الجسمونيك في الحالة الدفاعية في النبات. كما بينت بحوث اخر ى ان هناك ادور لحامض الجسمونيك في النموالخضر ي للنبات، تطور الثمار، وحيوية حبوب اللقاح. وعليه فان لحامض الجسمونيك دور في تطورالنبات وفي سلوكه الدفاعي.



الصيغة التركيبية JASMONIC ACID

الصيغة الجزيئية لحامضJA: $C_{12}H_{18}O_3$

الصيغة الجزيئية لمثيل حامض الجسمونيك (MeJA): $C_{13}H_{20}O_3$

البناء الحيوي للجسمونيك jasmonic acid Biosynthesis

ان خلاصة مسار البناء الحيوي لحامض الجسمونيك هي المولد الاولي في بناءها هو حامض اللينولينك LA يتحول هذا الحامض الدهني الى مركب hydroperoxylinolenic asid

3,1_بواسطة انزيم lipoxygenase . ان انتاج وتراكم JA في النباتات استجابة لضرر او جروح او المعاملة بمركبات النزع elicitors ربما يحفز انزيم lipoxygenase في مسار تخليق JA وزيادة انتاجه وهذه إشارة في تحفيز مجال الحماية لتكون اكثر فاعلية ذلك فان زيادة مستوى الجسمونيك يكون نتيجة للبناء الجديد بدلا من تحرير JA . لذلك يتم بناءه نتيجة الاجهادات الحية وغير الحية التي يتعرض لها النبات .

اهم الانزيمات الداخلة في البناء الحيوي لحامض الجسمونيك Jasmonic acid:

HL: hydroperoxy Iyase

LOX: Lipoxgenase

DOX: Dioxgenase

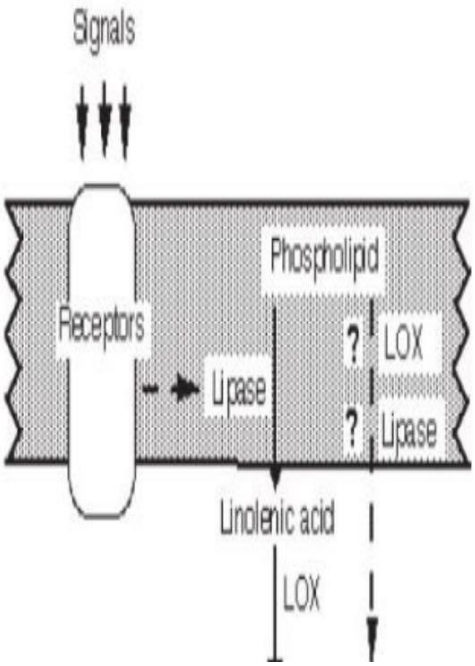
AOS: allene oxide synthase

AOC: allene oxide cyclase

PDA: Phytodienoic acid

ODA: oxo_dienoic aci

Octadecanoid pathway ضمن مسار اوكتاديكانويد



α-Linoleic acid

↓ **Lipoxygenase**

13-hydroperoxylinoleic acid

↓ **Allen oxide synthase**

12, 13-epoxylinolenic acid

↓ **Allen oxide cyclase**

12-oxo-cis-10,15-phytodienoic acid

↓ **Oxo-phytodienote reductase**

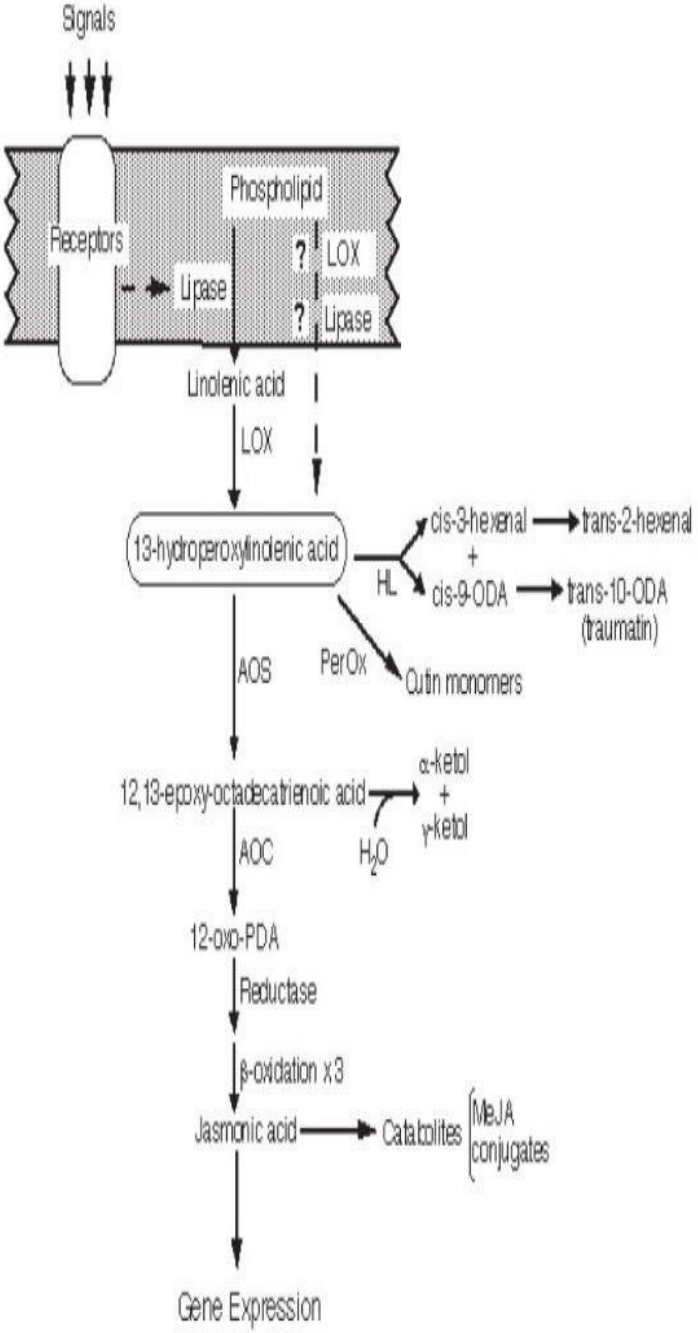
3-oxo-2-cyclopentane-1-octanoic acidodienoic acid

↓ **β-Oxidation**

(+)-7-Isojasmonic acid

↓ **β-Oxidation**

(-) Jasmonic acid


Signals
Receptors
Phospholipid
Lipase
?
LOX
?
Lipase
Linolenic acid
LOX
13-hydroperoxylinolenic acid
HL
cis-3-hexenal
trans-2-hexenal
+
cis-9-ODA
trans-10-ODA
(traumatin)
AOS
PerOx
Cutin monomers
12,13-epoxy-octadecatrienoic acid
α-ketol
+
γ-ketol
H2O
AOC
12-oxo-PDA
Reductase
β-oxidation x3
Jasmonic acid
Catabolites
MeJA
conjugates
Gene Expression

التحولات الايضية الانزيمية لحامض الجسمونيك

Enzymatic Metabolism Conversions Of JA ان تركيب حامض JA يخضع لتحولات انزيمية مختلفة تؤثر بشكل كبير على مدى إشارات الجزيئات النشطة للتركيب .وهذه التحولات او الطرق الايضية تشتمل على :

1.اضافة مجموعة مثيل)Methylation(الى الكاربون 1(C_1) اذ يتكون.MeJA

2.حصول عملية Hydroxylation في الكاربون 11و12(C-11, C-12) وينتج . Tubernoic acid

3.اقتران نهاية الكاربوكسيل بالاحماض الامينية.

4.اختزال الكاربون 1(6-)6 اذا ينتج Cucurbic acid.

5.تحلل الكاربون 1(C-1) من Z_Jasmon.

ان اغلب التحولات الايضية الانزيمية يلاحظ حدوثها طبيعيا في النبات.

تراكم وتوزيع حامض الجسمونيك في النبات :

يختلف مستو ىJA في النبات حسب نوع العضو النباتي والخلية النباتية ،مرحلة التطور، والاستجابة للعديد من المنبهات البيئية مثل العوامل غير الحية البيئية وهي الحرارة ،الضوء،الجهاد المائي والملحي ،الرياح ،الضغط الازموزي . حيث يتركز (JA(في الساق والاوارق الحديثة ، والجذور. كما وجدت مستويات عالية من الجسمونيك في الازها رو الثمارغير الناضجة والانسجة الخارجية للتراكيب التكاثرية . في النباتات المعرضة للضوء، لوحظ ان الجسمونيك يت اركم في الكلوربلاست لسبب كونه حامض ضعيف، مما يفترض انه يتوزع في الحج ارت الخلوية كما هو الحال مع حامض الابسيسك.وبالتالي فان تراكمه في الكلوروبلاست يعزز فرضية ان الاضافة الخارجية للجاسمونيك تحفز التعبير الجيني.يبنى الجاسمونيك في خلايا النباتات الحاوية على الكلوروبلاست حيث يتم عزله هناك في مكان انتاجه)الكلوروبلاست(. وهذا ربما يمنع مستو ى الجاسمونيك من الارتفاع في مناطق اخر ى. من الخلية حيث توجد مستقبلات الجاسمونيك التي يفترض ان تنظم عملية التعبير الجيني ولوحظ ان مستويات الجاسمونيك تزداد بشكل سريع وعابر بالمحفزات الميكانيكية مثل تلك التي تسبب التفاف المحلاق ونقص الانتفاخ الذي يسببه نقص الماء. كما ان الاعاقة الميكانيكية خلال نمو الجذور ربما تحث تكوين JAمما يتسبب في تثبيط نمو الجذور. كذلك فان اي ضرر ميكانيكي، وبضمنه الريح او اللمس، تحدث تغيرات في النمو والتي ربما يتوسطها JA ولو بشكل جزئي.يتراكم الجاسمونيك استجابة لتعرض النبات للجروح. ووجد ان حث التراكم الموضعي للجاسمونيك، الذي تسببه الجروح، في الخلايا المتضررة ربما يكو ن ناتج من اختلاط الحجرات الخلويةالحاوية على انزيمlipase للاغشية الخلوية الغنية بالحامض الدهني لينولينك، حيث يعد بادئ لبناءJA انزيم lipoxygenase ، وانزيمات اخر ى التي تدخل في البناء الحيوي للJA .

هناك تجارب عدة لدعم الدليل عن الدور الرئيس لحامض الجسمونيك في السيطرة او تنظيم هذا النوع الدفاعي الممي ازلتي تتضمن:

المعاملة الخارجية للنباتات بحامض الجسمونيك تودي الى اعادة برمجة التعبير الجين من ضمنها الجينات المتعلقة بالدفاع التي تتحفز وتنشط بواسطة ميكانيكية الجروح ومهاجمة قارضات الاعشاب مستوى حامض الجسمونيك الطبيعي الداخلي في النبات يزداد بسرعة استجابة للجروح التي تحدث بواسطة المسببات غير الحية Abiotic

المطفرات الوارثية Mutants التي تعاني نقصان في تركيبها الحيوي لحامض JA في مقاومة قارضات الاعشاب.

انواع الجسمونيتات

. jasmonic acid(JA) حامض الجسمونيك

.methyl jasmonate(meJA) مثل الميثايل جسمونيت

مواد طيارة من الاسترات volatile esters .

التأثيرات الفسيولوجية لحامض الجسمونيك :

أظهرت الد ارسات والأبحاث ان الإضافة الخارجية للجاسمونيك لها تأثيرات اما تحفيزية او تثبيطية على العمليات المختلفة اللازمة لنمو النبات وتطورة والاستجابات للأجهادات الحيوية وغير الحيوية.كم ان التداخل بين حامض الجسمونيك ومنظمات النمو النباتية الأخر ى يجعل التعرف على الأدوار الفسيولوجية للجسمونيك اكثر تعقيدا.

1.تثبيط النمو بشكل عام حيث يعمل على تثبيط نمو الجذور والتي تضمنت جذور قصيرة واعاقة نمو بشكل عام وتراكم صبغة الانثوسانين أي يدخل في تكوين الصبغات .ووجدا ان حامض الجسمونيك يثبط وبشدة من نمو الجذور وبالية لايدخل فيها الاثيلين وكذلك يثبط حامض الجسمونيك استطالة الغمد التي تتم بمساعدة IAA وربما عن طريق منع ارتباط الكلكوز مع السكريات المتعددة في جدار الخلية .

2.كما ان من التاثيرات البارزة (MeJA()JA(انخفاض في محتوى الكلورفيل عند معاملة الأوارق بحامض (JA (وزيادة انفصالها وتساقطها وهذا الظاهرة أدت الى التطابق مع المقترح الذي يشير الى ان)JA (قد يلعب دوار في التحفيز والإسراع بالشيخوخة والانفصال وبالتالي يؤثر سلبا على عملية البناء الضوئي .

3.ان الد ارسات الوارثية اثبتت بان حامض (JA(ضروري لتطور الأعضاءالذكرية والأعضاء الانثوية في الطماطة المطفرة وارثية وان تطور حبوب اللقاح تبدو بانها تظهر تحت سيطرة وتنظيم حامض الجسمونيك

4.ان علاقة JA بنمو وتطور النبات يصبح اكثر وضوح عندما تتضح التفاعلات او التداخلات مع منظمات النمو الأخرى وتعتبر احد المميزات لحامض JA وقدرته للعمل كمنظمات ثنائية في التطور والنمو والحماية و الدفاع .

5.انبات البذور والنمو :ان JAو MeJA يثبطان انبات البذور الغير ساكنة ويحفزان انبات البذور الساكنة وان كل منABA, MeJA, JA والاثيلين تثبط انبات البذور الصعبة الانبات مثل البلوط ،فان الجسمونت حفز انبات الاجنة الساكنة وازد من نشاط انزيم lipase وان تنشيط هذا الانزيم ربما يحفز حركة الدهون المخزونة لغرض تجهيز الباد ارت بالسكريات. وقد لوحظ ان حامض الجسمونيك ربما يحفز الانبات عن طريق خفض حساسية البذور لحامض الابسيسك.

6.وتلعب الجسمونيتات دورا في التعايش بين النباتات والكائنات الحية الدقيقة ولكن دورها غير واضح بشكل دقيق .

7.وان حامض الجسمونيك يعمل على تنظيم تبادل الإشا ارت وتنظيم تكوين العقد الجذرية بين البقوليات والبكتريا الراريزوبيوم rhizobium

8.يساهم في انتاج النباتات الرحيق الزهري الذي يجذب النمل الذي يطرد الحشرات القارضة للنبات . ان هناك دلائل التي تقترح بان عمل JAهو اشارة نبات الى نبات من خلال الانبعاثات التطايرة لحامض JA ومشتقاته .

9.تطور الازهار والثماريتوقع ان يؤدي الجاسمونيك دوار في تكوين الازهار الثمار والبذور بسبب المستويات العالية نسبيا من هذا المركب في الانسجة التكاثرية النامية في النبات.كذلك من الامور ذات العلاقة التي ينظمها الجاسمونيك هو نضج الثمار، والتعبير الجيني التي تشفر لبروتينات خزنية في البذور والمجموع الخضر ي. ولوحظ ان الجاسمونيك قد حفز نضج ثمار وذلك من خلال تحفيز انتاج الاثيلين.ان تثبيط انزيم Proteaseبواسطة JA يجعل بعض الجينات المستحثة من قبله مثل البروتينات المخزونة لها دور في منح الحماية لنبات.

10.يثبط نمو الكالس .

علاقة حامض الجاسمونيك مع حامض الابسيسك :

هناك اوجه شبه في التركيب الفيزياوي والفعاليات بين JA و ABA التي تميزالواحد عن الآخر .كلاهما يثبط النمو وانبات البذور وتحفيز الشيخوخة ، فمثلا مثبطات انزيم البطاطا Proteinase مخزن في البذور وفي بروتينات الاجسام الدهنية لنبات الفجل وهي تتحفز ايضا بواسطة MeJA و ABA ، ان هذه الدراسة اقترحت ان الوظيفة المتداخلة بين الهرمونين قد يحسب الى حقيقة ان طفرات ABA الضعيفة لاتزال تحفز البروتينات المخزونة في البذور ، كما ان هناك اثبات وجود حالة تعاون او تضامن بين MeJA و ABA .هناك دراسات اخرى اظهرت ان هناك اختلافات بارزة بين الهرمونين فمثلا MeJA قد شجع على فايروس VSP في فول الصويا بينما ABA وحده فقط يثبط انبات البذور ، ان عزل طفرات نبات الرشاد الجبلي

التي تكون ضعيفة الاستجابة اما الى JA او ABA فليس كلاهما يؤثر بذلك على الاقل وان بعض المسارات المؤشرة تكون بدرجة غير معتمدة ، وحقيقة الامر فان عدة استجابات نباتية تتاثر بواسطة منظمات نمو متعددة لذلك فقد اقترح بان هذه الاستجابات ناتجة من تداخل او تفاعل معقد لجزيئات منظمات النمو الطبيعية الداخلية والتي تعمل من خلال اليات سيطرة على نمو وتطوير النبات والاستجابة لتحمل الظروف والتغيرات البيئية .

علاقة حامض الجاسمونيك مع عنصر الكاليسوم:

مما لاشك فيه ان جميع المركبات الكيميائية سواء كانت منظمات نمو او عناصر معدنية او مبيدات زراعية تشترك بصورة مباشرة او ثانوية مع بعضها في بعض العمليات الفسلجية داخل النبات سواء تحفيز نمو او تثبيط او تشجيع افراز بعض المركبات التي يستخدمها النبات كوسيلة دفاعية او الحماية من الظروف الغير ملائمة .واحدة من هذه العلاقات هي بين عنصر الكالسيوم وحامض الجاسمونيك كما هو معرف ان JA هو هرمون اجهادات اي يعمل على حماية النبات من الاجهادات البيئية كالحرارة والبردة واملاح التربة وكذلك الاجهادات الغير بيئية مثل الاصابات المرضية والحشرات والاضرار الميكانيكية ، اما عنصر الكالسيوم هو ايضا من العناصر الاساسية في النبات وله دور في بناء الانسجة النباتية وصلابة جدران الخلايا بالاضافة الى دوره في انبات الأبوبة اللقاحية واتمام عملية الاخصاب وتكوين الثمار كذلك دوره في زيادة طبقة الكيوتكل وحماية الثمار من الاضرار الميكانيكية واطالت عمرها الخزني .جميع ماذكر اعلاه من تاثيرات فسلجية للجاسمونيك والكالسيوم هي متداخلة ومشتركة حيث ان كلاهما يؤديان نفس الغرض الفسلجية للنبات ، وجدت الدراسات ان بحامض الجاسمونيك يزيد من امتصاص وتراكم عنصر الكالسيوم في النبات الذي بدوره يعمل كعامل وقائي ضد الاجهادات المختلفة ، كما بينت دراسات اخرى ان الجاسمونيك والكالسيوم يشتركان في تحفيز بناء انزيمات مثل Kinase phospholipase اللذان لهما دور في بناء الاغشية الخلوية ، على الرغم مما ذكر اعلاه من العوامل المشتركة بين الجاسمونيك والكالسيوم لا انها لم تصل الى حد اليقين التام بتاثيرهما المتداخل لذلك تتطلب دراسات وبحوث اكثر تعمقا بتفاصيل كل عنصر .

المصادر

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

- **Ahmad** P, Rasool S, Gul A, Sheikh SA, Akram NA, Ashraf M, Kazi A, Gucel S, (2016) Jasmonates: multifunctional roles in stress tolerance. Front Plant Sci 7:813.

- **Claus**.W, Bettina . H (2002) . Jasmonates and octadecanoids: Signals in plant stress responses and development , Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology, Volume 72, 2002, Pages 165-221.