جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت – كلية الزراعة
قسم البستنه وهندسة الحدائق

Polyamines

مدرس المادة
أ . د . اديب جاسم الاحبابي

المحاضرة السابعة

المقدمة

منظمات النمو النباتي plant growth regulators أو الهرمونات النباتية phytohormones هي مركبات عضوية طبيعية تنتجها النباتات او صناعية امكن تصنيعها ولها اهمية كبيرة في النمو والعمليات الفسيولوجية التي تحدث داخل النبات، توجد انواع عديدة من منظمات النمو مثل الاوكسينات والسيتوكاينينات والجبرلينات والاثلين وحامض الابسيسيك اضافة الى منظمات النمو الحديثة مثل البراسينات والفينولات والبولي امين والبولي بيبتيد والجاسمونيك وحامض السالسليك وغيرها ولكل من هذه المنظمات تاثيرات فسيولوجية مختلفة في النبات ووظائف لايمكن للنبات من اكمال دورة حياته بدون هذه المنظمات الضرورية .

ان مركبات البولي امينز Polyamines او الامينات المتعددة هي احدى منظمات النمو الحديثة والتي توجد في النباتات ولها اهمية كبيرة فهي تدخل في الكثير من العمليات الفسيولوجية التي تحدث داخل النبات وهي تعتبر من الامينات الدهنية والتي تعد ضرورية في نمو وتطور النبات .

تسمية الامينات

لتسمية الامينات نكتب اسم مجموعة الالكيل وبعدها نضيف كلمة امين (amine) واذا وجدت مجموعتي الكيل متشابهه نكتب كلمة (di) ثنائي , واذا وجدت ثلاث مجاميع الكيل متشابهه نكتب(tri) ثلاثي.

تذكر أسماء مجموعات الألكيل (وعددها)..المرتبطة بذرة النيتروجين وفقا لتسلسل الأبجدية الانجليزية + أمين

خصائص الأمينات واستخداماتها

تعتمد الخصائص الكيميائية للأمينات بشكل كبير على التركيب الألكتروني لذرة النيتروجين التي تحتوي على زوج من الألكترونات غير المشتركة (الحرة)

سؤال / لماذا تعتبر الامينات قواعد ضعيفة في المحاليل المائية؟

ج/لأن زوج الإلكترونات على ذرة النيتروجين يجذب ذرة الهيدروجين من الماء مكونا أيونا موجبا وأيون الهيدروكسيد

الأمينات شائعة في الطبيعة . وغالبا ما تتكون خلال تحلل البروتينات في خلايا الحيوان.تتميز برائحتها الكريهة كما في الجثث المتحللة والسمك الفاسد والغائط

الأمينات العديدة Polyamines (PAs)

الأمينات العديدة او المتعددة او ما يطلق عليها البولي امينز هي مجموعة من الأمينات الأليفاتية. المركبات الأساسية منها هي البيتروسين Putrescine و الإسبيرميدين Spermidineو الإسبيرمين Spermine ، و هي عبارة عن مشتقات كل من الأرجنين و الأورنيثين (عن طريق نزع مجموعة الكربوكسيل). فهي تتحول من الأمين الثنائي البيتروسين إلي أمين ثلاثي اسبيرميدين ثم أمين رباعي اسبيرمين ، و التي تتزامن مع مسار التخليق الحيوي للإثيلين. نتيجة لذلك فإن الأمينات العديدة تتداخل مع الإثيلين في تفاعلات مركبة في مستوياته و تأثيراته

لماذا نعتبر أن البولي أمينات هرمونات نباتية ؟

1- تنتشر البولي أمينات في جميع الخلايا و يمكن لمستخلصها أن ينظم النمو و التطور بتركيزات منخفضة (ميكرو مول).

2- في النباتات متى توفرت البولي أمينات فإن النمو يتأثر تطوره. (في زراعة الأنسجة الجزر و اللوبيا إذا توفر لهما البولي أمينات بتركيزات منخفضة فإن النمو يحدث ؛ و عندما يرتفع تركيزها فإن الأجنة تتكون).

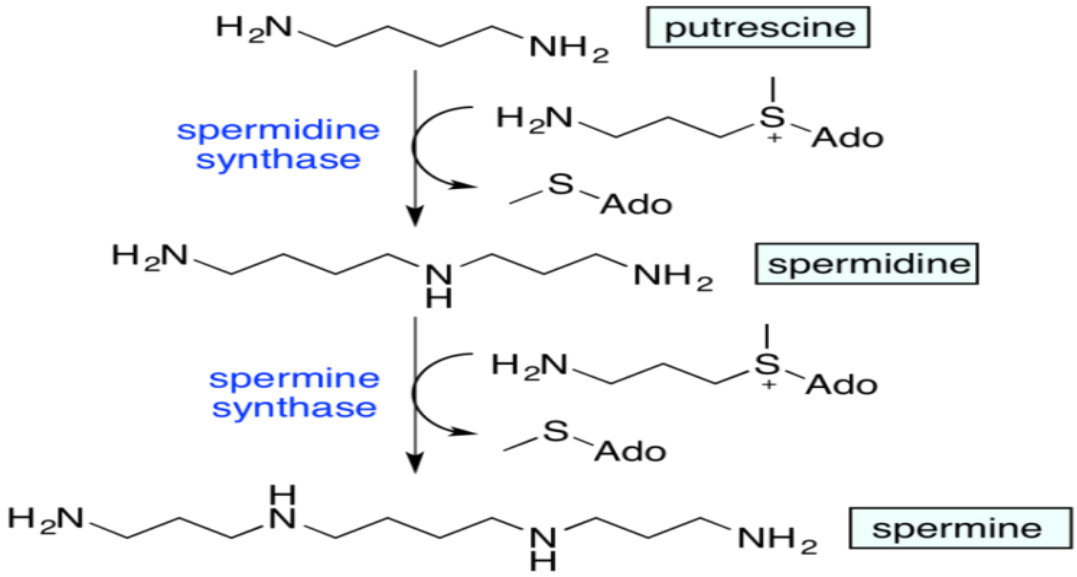
اماكن تواجدها:

الأمينات العديدة توجد في كل الخلايا و لها تأثير على نمو النبات خاصة الانقسام الخلوي و الشكل الظاهري. كما أنها تؤثر على تركيب و وظيفة الغشاء الخلوي. و تتحكم في تركيب البروتين و النشاط الإنزيمي و تنظم درجة حموضة الخلايا و تكوين الأجنة و نشوء و تطور الأزهار و تتحكم في نضج الثمار و الشيخوخة . إن المعاملة بالأوكسينات و الجبريلينات و السايتوكينينات يتبعه زيادة في محتوي الأمينات العديدة. و هناك علاقة بين تحمل درجات الحرارة المنخفضة و مقاومة ظروف الجفاف و الحرارة و البولي أمينات.

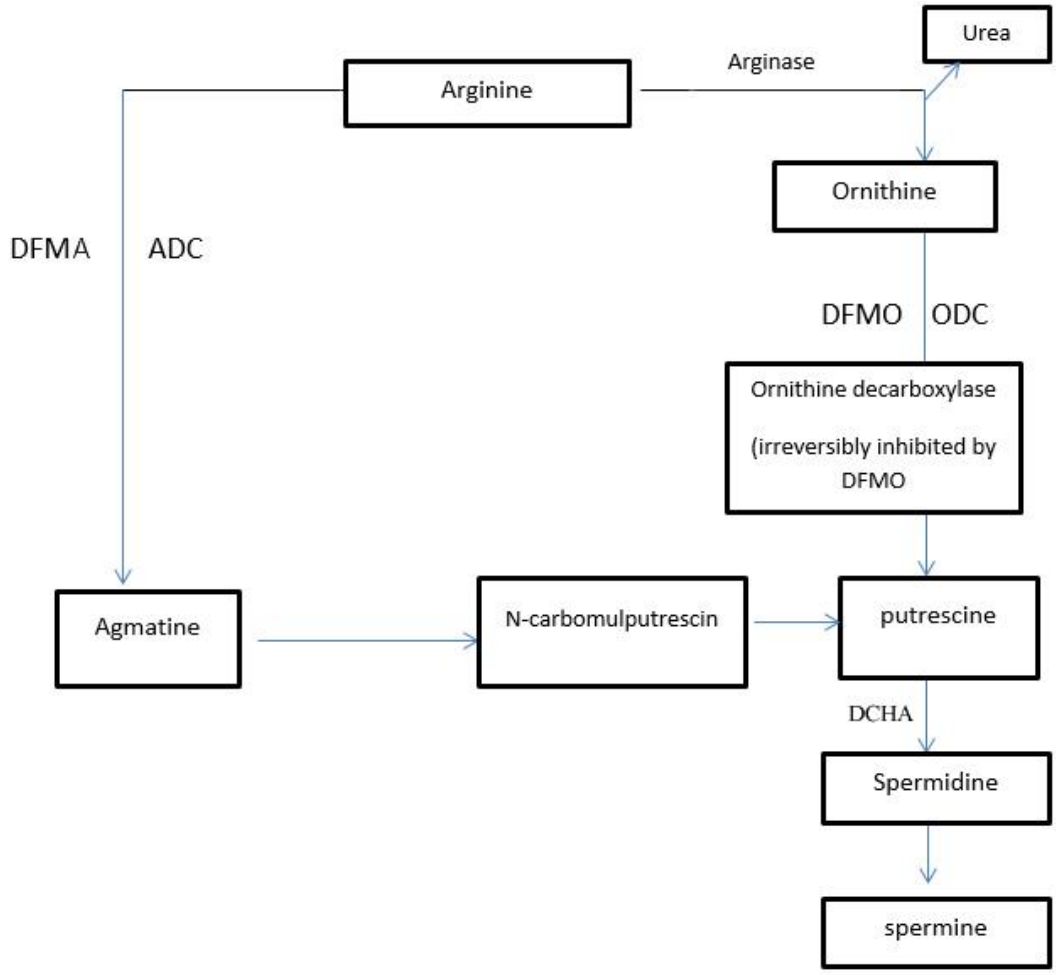
انواع الامينات المتعددة

Puterscine	:	C4H12N2	-1
Spermidine	:	C7H19N3	-2
Spermine	:	C10H26N4	-3

الصيغة التركيبية للامينات المتعددة



البناء الحيوي للامينات المتعددة Polyamines Biosynthesis:



المسار الاول في بناء البولي امين

Analysis ornithine decarboxylase ODC

Arginine ⟶ L- ornithine ⟶

Arginase DFMO

Putrescine ⟶ Spermidine ⟶ Spermine

هذا المسار يحدث في مرحلة الانقسام الخلوي

المسار الثاني في بناء البولي امين

Arginine Decarboxylase ADC Agmatine

Arginine ⟶ Agmatine ⟶

DFMO

Aminohydrolase

N- carbomulputrescine ⟶ Putrescine ⟶ Spermidine ⟶ Spermine

هذا المسار يحدث خلال مرحلة الاستطالة الخلوية

التاثيرات الفسيولوجية للامينات المتعددة

ان عملية تنظيم او السيطرة على عملية التطور في النبات هي اكثر تخصصا بالمركبات الهرمونية من الاحماض الامينية او الفيتامينات او غيرها من المواد التغذوية.

الامينات المتعددة او ما يطلق عليها البولي امينز لها تاثيرات فسيولوجية واسعة على النباتات , ويظهر بانها تعد اساسية في نمو النباتات وخاصة عملية الانقسام الخلوي والتكوين الشكلي الطبيعي. في الوقت الحاضر لا يمكن بسهولة ان نضع قائمة واضحة ومميزة لتاثيرات البولي امينز بعيدا عن الهرمونات الاخرى. ولكن يظهر ان البولي امينز موجود في جميع الخلايا.

ان مستويات مركبات البولي امينز تميل ان تكون مرتفعة في الانسجة النامية كاطراف الافرع والجذور والبراعم.

عموما مما تقدم نستطيع ان نلخص التاثيرات الفسيولوجية للامينات المتعددة Polyamines بما يلي

1- تكوين الافرع العرضية Adventitious shoots formation

ان مركبات الامينات المتعددة ممكن ان تنظم عملية تكوين الافرع العرضية فقد وجد ان مثبطات تصنيع وتكوين الامينات المتعددة , قد قللت من عدد الافرع العرضية المتكونة من جذور الهندباء البرية كما ان اعادة النموات للافرع الناتجة من الاجزاء النباتية لاوراق التفاح قد تمت عند اضافة putrescine بتركيز 0.1 ملي مول الى الوسط الغذائي الحاوي على NAA بتركيز 0.5 ملغم / لتر و BAP بتركيز 2.0 ملغم/ لتر.

2- تكوين الجذور العرضية Adventitious roots formation

ان مثبطات بناء وتخليق مركبات الامينات المتعددة قد سببت منع تكوين الجذور على الطبقات الخلوية الرقيقة الماخوذة من السيقان الزهرية لنبات التبغ.

كما ان بناء وتخليق مركبات الامينات المتعددة الداخلية او الطبيعية قد زادت من تكوين مباديء الجذور على العقل الماخوذة من السويقة الجنينية السفلى لبعض النباتات عند المعاملة بالاوكسين IBA كما ان هذه النباتات قد تحفز تكوين الجذور فيها عند اضافة Spermine بتركيز 50 ملي مول وبوجود او عدم وجود IBA كما ان Spermidine قد حفز تكوين الجذور العرضية في الكالس لجذور بعض النباتات.

وقد لوحظ ان الاضاءة العالية قد ثبطت عملية التجذير في الاكثار الدقيق للافرع الماخوذة من الزيتون لكن عند اضافة putrescine الى وسط التجذير, قد حفز التجذير المبكر وزيادة نسبة الجذور على العقل,

3- الازهار Flowering

ان الادلة المتوافرة تشير بان الامينات المتعددة مرتبطة مع تطور الازهار فقد وجد ان مثبط الامينات المتعددة المركب DFMA يقلل من تطور البراعم العرضية وخصوصا البراعم الزهرية. الا ان Spermidine قد حث وحفز على تكوين البراعم الزهرية وان هذه المركبات من الامينات المتعددة لها ارتباط مع بروتينات محفزة للبراعم الزهرية كما ان اضافة المثبط DFMO على نبات الاقحوان عند مرحلة الازهار قد سبب تثبيط الازهار.

4- تطور الاجنة Embryogenesis

لقد اشارت الدراسات بان الامينات المتعددة ضرورية لتطور الاجنة الجسمية somatic embryogenesis حيث لوحظ تكون اعداد كبيرة من الاجنة الجسمية عند زراعة اجزاء نباتية من نبات الجزر البري وعند اضافة التركيز 1.0 ملي مول من المثبط DMFA قد خفضت وبشدة من الاجنة الجسمية لكن تطورالاجنة وتكوينها ممكن ان يستعاد فيما لو تم اضافة 0.1 ملي مول من putrescine او spermine او spermidine. وان عملية تثبيط نمو الاجنة بالمعاملة بالمثبط DFMA هو نتيجة لتثبيط فعالية بعض الانزيمات واختزال في مستويات الامينات المتعددة. كذلك لوحظ ان المثبط DMFO ذات فعالية اقوى من DMFA في تثبيط تطور الاجنة بصورة مباشرة لبعض النباتات اذ وجد ان اضافة putrescine قد حفز في اعادة

حدوث تشكل الاجنة كما وجد ان المثبط MGBG قد سبب تثبيط نمو الكتل الجنينية في الزراعة المعلقة لنبات الشعير.

5- تاثيرات فسيولوجية اخرى

- التاثيرات الفسيولوجية على العمليات الخلوية الاساسية وتتضمن

أ- الانقسام الخلوي

ب- تعديل نشاط الانزيمات في الخلايا

ت- نقل الايونات

ث- استقرار الغشاء الخلوي

- **التاثيرات الفسيولوجية على عمليات النمو والتطور**

أ- الانبات germination

ب- التشكل morphogenesis

ت- الاعضاء التكاثرية reproductive organge

ث- الاستجابة للاجهاد stress responses

مثبطات تخليق البناء الحيوي للامينات المتعددة

DFMA: difluoromethylarginine
DFMO: difluoromethylornithine
MGBG: methylglyoxal-bis-(guanyl hydrazine)
DCHA:dicyclohexyl ammonium

الزراعة النسيجية والامينات المتعددة: Tissue Culture and Polyamines

ان الاضافات الخارجية للامينات المتعددة (putrescine) الى بروتوبلاست نبات جار الماء (نباتات محبة للماء) قد حفز انقسام الخلايا وتشكل مستعمرات من الكالس callus colony وان الاضافة الخارجية لكل من spermine , spermidine , putrescine قد حسنت من كفاءة نمو طبقة البروتوبلاست لاوراق البطاطا الحلوة وبالتداخل مع منظمات النمو الاخرى.

كذلك وجد ان اضافة spermidine او spermine قد حفزت الاجزاء النباتية لبعض النباتات والكالس وبوجود الاوكسينIAA . كذلك تم تحفيز الكالس بوجود putrescine او عند استعمال spermidine .

وقد وجد ان الهرمونات المحفزة على عدم التمايز للجذور في الزراعة النسيجية لنبات الداتورة قد تم تثبيطها بواسطة مثبط البولي امينز (DFMA) وان هذا التاثير المثبط قد تم عكسه او تغييره عند اضافة البولي امين putrescine كما ان النمو السريع للانسجة المتضخمة في المنطقة التاجية Crown gall يعتقد انها مرتبطة بالمستوى العالي لمحتواها من الامينات المتعددة.

كما وجد في نباتات عديدة ان الامينات المتعددة تتواجد بصورة متحدة مع الاحماض الفينولية phenolic acids. فقد وجد ان putrescine يحفز انقسام الخلية عند اتحاده او ارتباطه مع Cinnamic acid .

التداخل بين الامينات المتعددة ومنظمات النمو النباتية الاخرى

Interaction between polyamines and other plant growth

1- الاوكسينات : auxins

اظهرت الدراسات ان الاضافة الخارجية لمركبات Polyamines لها تاثيرات مشابهة لتاثيرات الاوكسينات على النباتات اذ تشترك في عملية الانقسام والاستطالة الخلوية. وقد وجد ان المعاملة بالبولي امينز spermidine قادرة على ان تلغي التاثير السام toxic

effect للاوكسين او السايتوكاينين وقد يعزى ذلك ان هذا التاثير له علاقة بتاثير Polyamines على بناء وتخليق الاثلين.

2- الجبرلينات Gibberellins :

وجد ان معاملة البزاليا المتقزمة بحامض الجبرليك (GA3) يساعد في تحفيز فعالية انزيم Ornithine decarboxylase (ODC) وانزيم Arginine decarboxylase (ADC) مما ينتج عن ذلك ارتفاع مستويات البولي امينز في انسجة النبات.

ان مستويات البولي امينز تختلف في الخطوط الوراثية للبزاليا المتقزمة الى الطويلة او الاعتيادية اذ يظهر من خلال الاستطالة للسلاميات. كما ان هناك بعض مثبطات بناء وتخليق البولي امينز توقف او تمنع استطالة السلاميات في خطوط البزاليا المتقزمة المعاملة بحامض الجبراليك (GA3). ومهما تكن التاثيرات فقد ذكر العلماء بان البولي امينز يبدو ان تاثيرها يكون في الانقسام الخلوي فقط بينما الجبرلين فهو يحفز النمو من خلال مساهمته في الانقسام والاستطالة الخلوية.

3- السيتوكاينينات Cytokinins :

كما هو الحال في الجبرلينات فان السايتوكاينينات تحفز في زيادة مستوى البولي امينز في الانسجة لانواع عديدة من النباتات ويعزى ذلك الى زيادة فعالية انزيم Arginine decarboxylase (ADC) كما لوحظ ان البولي امينز تمتلك نفس خصائص السيتوكاينين في تاخير شيخوخة اوراق النبات, فهي بذلك تمتلك نفس التاثير الفسيولوجي للسايتوكاينين. ويعتقد ان تاخير الشيخوخة في الاوراق بوساطة البولي امينز قد يعود الى دورها في استقرارية وثبات الاغشية الخلوية, ومقاومتها او ايقافها لفعالية انزيمات التحلل المائي وانزيمات تحلل البروتين فهي بذلك تعمل على حماية الاحماض النووية nucleic acid من التهدم او التحطم.

4- الاثلين Ethylene :

ان المركب S-adenosylmethionine (SAM) هو احد المركبات الوسطية في البناء الحيوي للاثلين كما يعد هذا المركب هو البادىء او المولد للبناء الحيوي للبولي امينز وبناءا على ذلك فان الكثير من الاهتمام قد كرس لهذه العلاقة فمركبات البولي امينز ممكن ان

تثبط البناء الحيوي وتخليق الاثلين وقد يكون ذلك من خلال تثبيطها لانزيم (ACCO) Aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase وبالمقابل وبصورة موازية فان الاثلين يثبط التخليق الحيوي للبولي امينز وذلك من خلال تخفيضها لفعالية انزيم (ADC)Arginine decarboxylase فقد وجد ان مثبط التخليق الحيوي للاثلين (AVG) Aminoethoxy-vinylglycine يؤدي الى انتاج مركب البولي امينز (spermidine) .

المصادر

الخفاجي, مكي علوان (2014). منظمات النمو النباتية تطبيقاتها واستعمالاتها البستنية. جامعة بغداد. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جمهورية العراق.

العبدلي, هيثم محي (2012). تاثير معاملات الرش بالبيوترسين والثيامين على النمو الخضري والزهري لنباتات الكلاديولس . مجلة الانبار للعلوم الزراعية. المجلد(10) العدد(1).

الصالحي, قيس جميل ومحمد علي, تهاني جواد (2016). استجابة اشجار البرتقال المحلي لفطر المايكورايزا والرش بال putrescine .مجلة الفرات للعلوم الزراعية. المجلد (8) العدد(1): 7-12.

الكيمياء العضوية، د. فهد على د. جورج روج يونانان ... حازم قاسم در محمد جواد و در صائبة صادق

عبد القادر, محمد احمد (2010). هرمونات النمو النباتية. جامعة الزقازيق. وزارة التعليم. جمهورية مصر العربية.

صقر, محب طه(2006) منظمات النمو والازهار . جامعة المنصورة . جمهورية مصر العربية

1- Organic Chemistry... Robert Thornton Morrison, Robert Neilson Boyd
2- Organic Chemistry fifth Edition..... Robert Thornton Morrison, Robert Neilson Boyd.
3- Organic Chemistry Jonathan Clayden, Nick Greves and Stuart Warren. Second edition, 2014.
4- Organic chemistry,Rakk of and Rose.