الخصوبة وتغذية النبات/ القرواني، محيي الدين1979تغذية النبات/ الريس، عبد الهادي جواد1988تغذية النبات التطبيقي/ الصحاف، فاضل حسين1989
تغذية النبات النظري والعملي(مظفر أحمد داود الموصلي وآخرون)2019

Mineral Nutrition and Plant Disease null
by Lawrence E. Datnoff (Author, Editor), Wade H. Elmer (Editor), Don M. Hube
2007

http://www.uobabylon.edu.iq/eprints/eprint_1_17124_1352.doc

https://www.researchgate.net/publication/329625437_fsywlwjya_tghdhyt_alnbat
https://fsnv.univ-setif.dz/images/telecharger/BEV/M1%20BVPlantes%2019-20%20Physiologie%20et%20biochimie%20v%C3%A9g%C3%A9tale%20Chaker.pdf

البروتوبلاست Protoplast

وهو عبارة عن كل المكونات الحية بالخلية ، وفيه تحدث جميع العمليات والأنشطة الحيوية والفسيولوجية : مثل عمليات البناء ،التمثيل ،التكاثر والنمو. ويقوم بتبطين الجدار الخلوى من الداخل وبذلك يغلفه غشاء حى سيتوبلازمى ذو نفاذية اختيارية . Differentially permeable membrane وينقسم البروتوبلاست إلى قسمين:

1-البروتوبلازمProtoplasm

عبارة عن سائل لزج عديم اللون به عدة حبيبات دقيقة معلقة غير قابلة للذوبان فى الماء ومنها بروتينات ، كربوهيدرات ، مواد دهنية بجانب العناصر الغذائية غير العضوية مثل : البوتاسيوم، الفوسفور ، الكالسيوم ، الماغنسيوم ، الكبريت والحديد...، وعند موت الخلية يفقد هذا السائل خاصيته السائلة ، وينقسم البروتوبلازم إلى قسمين:

-السيتوبلازمCytoplasm

وهو سائل شفاف عديم اللون يملأ معظم فراغ الخلية المرستيمية ويحيط بالفجوة العصارية للخلايا البالغة ، ويمتاز السيتوبلازم بأنه يجمع بين صفتى السيولة والمرونة ، حيث يكون فى الخلايا النشطة فسيولوجياً فى حالة شديدة من السيولة والانسياب حول الأسطح الداخلية لجدر الخلايا والتى عن طريقها يتم نقل المواد الغذائية المختلفة والعمل على توصيل وربط الخلايا ببعضها البعض . و يوجد منغمس فى السيتوبلازم البلاستيدات بأنواعها ، الميتوكاندريا ، الليبوسومات ، الشبكة الإندوبلازمية ، الريبوسومات ، السفيروسومات وجهاز جولجى . ومن أهم مكونات السيتوبلازم الأغشية السيوبلازمية Cytoplasmic membrane وهى عبارة عن غشاء بلازمى خارجى يحيط بالسيتوبلازم ويسمى Plasmalemma وغشاء آخر داخلى يحيط بالفجوة العصارية

ويسمى . Tonoplast وتمتاز هذه الأغشية بالحيوية وقدرتها على تحديد واختيار نوع وكمية المواد الذائبة التى تمر من وإلى الخلية ، وذلك لكونها أغشية حية شبه منفذة.

وتتكون الأغشية السيتوبلازمية أساساً من طبقتين من البروتين بينهما طبقة من الدهون (الليبيدات) فلقد اقترح Overtonسنة 1911 أن هذه الأغشية تحتوى على مواد شبيهة بالدهون Fat-like substance، حيث لاحظ وجود علاقة طردية بين نفاذية الأغشية السيتوبلازمية ودرجة نفاذية المواد الغير قطبية non-polar groups ، حيث إنه من المعروف أن المواد غير القطبية تذوب فى الدهون ومذيباتها بسهولة . ولقد افترض Nathansohn أن الغشاء البلازمى ذو تركيب خليط من الدهون والبروتين ، وتشير الدلائل على أنه تتواجد طبقتان من البروتين على الأسطح الخارجية والداخلية للغشاء البلازمى تعمل كغلاف لطبقتين دهنيتين من نوع الفوسفوليبيد . وتتميز طبقة البروتين بأنها تحمل شحنة كهربائية سالبة حيث إنها تتكون من اتحاد لجزيئات أحماض أمينية مختلفة ، فى حين أن طبقات الدهون الداخلية وحدة تركيبها جزيئات من الأحماض الدهنية المختلفة . ووجد أن الأحماض الدهنية لها طرفان أحدهما محب للماء Hydrophilic قطبية من الكولين والجلسرين وطرف كاره للماء Hydrophobicغيرقطبى ويتكون من أحماض دهنية طويلة السلسلة مشبعة أوغير مشبعة ، وتتقابل نهاية الأحماض الدهنية الكارهة للماء داخل الغشاء فتمنع مرور اى مركبات قطبية من ماء وذائبات وأيونات غير عضوية ، فى حين تُغطى الحواف الخارجية لطبقات الدهون بالبروتين . ويوجد تصور آخر مضمونه بأن طبقة الدهن المزدوجة لا تُغطى بطبقتى بروتين ، بينما يوجد البروتين فى تكتلات ظاهرة وبارزه على السطح الخارجى ، أوقد تكون منغمسة فى طبقة الدهن المزدوجة مكوناً بروتين داخلى وهنا تعمل طبقة البروتين كقناة تسمح بمرور الماء والذائبات.

ومن السابق نجد أن الغشاء البلازمى يعمل كحاجز يمنع انتقال الذائبات والأيونات ، على الرغم من مرور بعض الجزيئات من خلاله بسهولة ، ومن المؤكد بأن مثل هذه المركبات ذات خصائص معينة . أيضاً يكون من المؤكد وجود وسيلةٍ ما يتم بها اختراق الأيون لهذا الجدار ، وهذا ما سوف نتعرض له لاحقاً . و يمكن إيجاز أهمية الأغشية السيتوبلازمية فى:

-1تعمل على تنظيم تبادل المواد الذائبة بين الخلية والوسط المحيط بها.

-2تنظيم حركة الذائبات داخل وبين الخلايا.

-3عزل بعض التفاعلات الكيميائية عن بعضها داخل الخلي.

-4حمل بعض الإنزيمات المهمة للخلية.

-5الاحتفاظ بالمواد الذائبة الضرورية للخلية وأساساً داخل الفجوة العصارية.

-6ربط واتصال الخلايا ببعضها.

-النواةNucleus

وهى الجزء الثانى من مكونات البروتوبلازم وهى عبارة عن جسم بروتوبلازمى كروى أوبيضاوى كثيف لامع يوجد منغمساً فى السيتوبلازم . وبصفة عامة تحتوى الخلية على نواة واحدة عدا بعض الحالات القليلة توجد أكثر من نواة فى الخلية الواحدة . وتحاط النواة بغشاء نووى يشبه فى تركيبه الأغشية البلازمية ، ويمتاز هذا الغشاء بوجود ثقوب به تسمح بمرور المواد البروتينية والأحماض النووية (RNA) وغيرها من النواة إلى السيتوبلازم بالخلية . وتحتوى النواة بداخلها على السائل النووى Nuclear sap ، أو Nucleoplasm ، أيضاً تحتوى على الأحماض النووية RNA و DNAوبعض الإنزيمات الهامة بجانب الشبكة النووية ، وتعتبر المادة الوراثية والتى يتكون منها الكروموسومات نتيجة تكاثفها عند انقسام الخلية.

-2المحتويات الخاملةErgastic substances

وهو القسم الثانى من البروتوبلاست وتشمل جميع المكونات غير النشطة حيوياً ، وتحوى جزءاً سائلاً والمتواجد فى الفجوة العصارية Vacuole ، ويعرف باسم العصير الخلوى Cell sap وهو عبارة عن محلول حامضى

التاثير ذو رقم pH يتراوح بين 5.5 - 6.5. فى حين أن هذا الرقم لباقى مكونات الخلية يكون فى مدى من 6.8 - 7 اى متعادل تقريباً. ومن أهم مكونات العصير الخلوى الغازات - السكريات - الأملاح المعدنية - القلويدات - أحماض عضوية - بروتينات ذائبة . وعموماً تقوم الفجوة العصارية بدور هام فى تنظيم امتصاص الخلية للماء كما أنها تساعد على انتفاخها لتأخذ الشكل الخاص بها ، هذا بجانب قيامها بعملية الإخراج للخلية . هذا ومن المكونات الخاملة فى الخلية الزيوت وبعض المحتويات الصلبة البلورية وغير البلورية