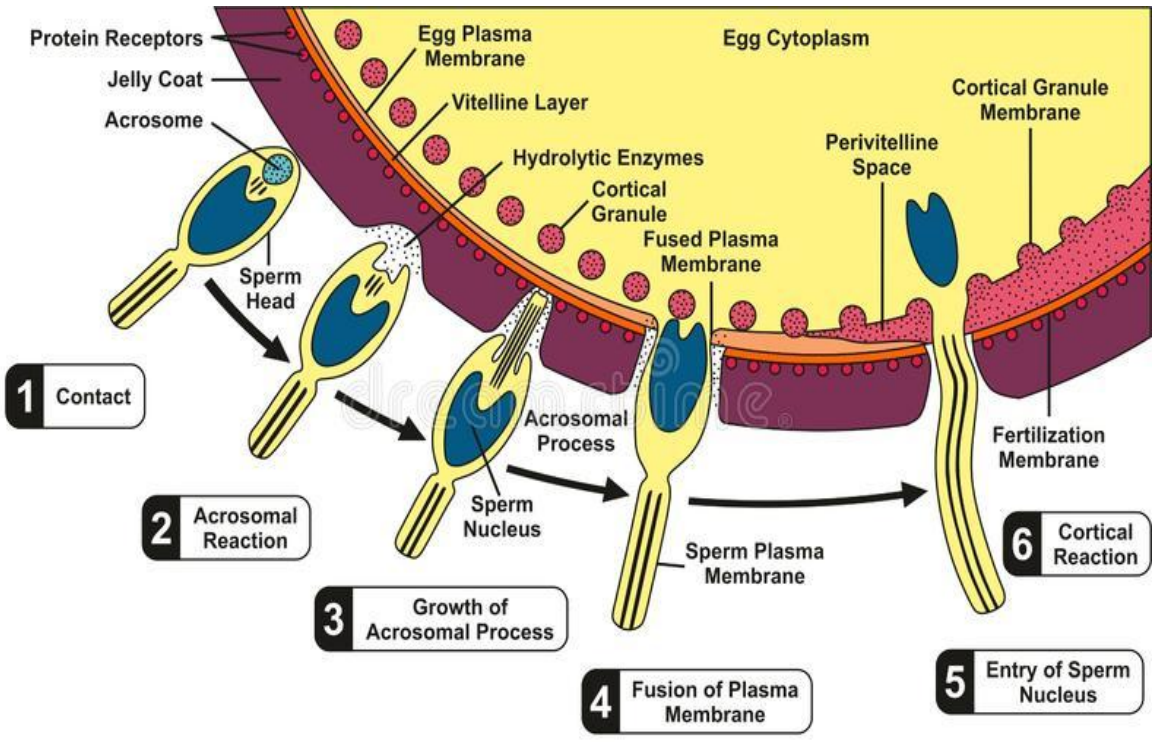
الأخصاب Fertilization

هي عملية اتحاد المشيج الذكري (النطفة) مع المشيج الانثوي (البيضة) واندماج مادتها الوراثية، ولا يمكن حدوثه مالم تصل البيضة والنطفة الى مرحلة معينة من النضج (سبق التطرق اليها). وتتصف عملية الاخصاب بما يلي:

1– لما كانت كل من نواة البيضة والنطفة تحمل نصف العدد الكروموسومي ، لذلك فان الإخصاب هو عملية استعادة للعدد الأصلي.

2– تحدد عملية الإخصاب جنس الجنين كون احد نوعي النطف هو الذي يخترق البيضة .

3– ان الاخصاب هو تنشيط للفعاليات الحيوية في البيضة ودفعها نحو التفلج.



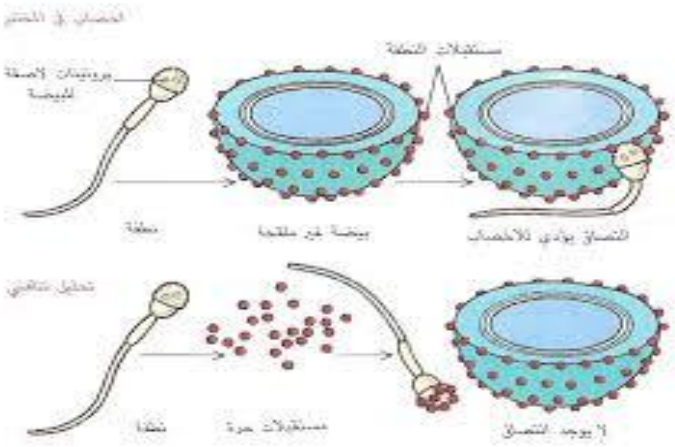
شكل (1–9) مراحل دخول النطفة الى البيضة

تصل الى المكان الذي يحدث فيه الاخصاب نطف يتراوح عددها ما بين 300 – 500 نطفة حيث يتم التلازن agglutination بين احدى النطف والبيضة نتيجة للتفاعل الكيمياوي بين جزيئات مستقبلة receptor molecules مكونة من بروتين سكري glycoprotein توجد على سطح الغشاء البلازمي للبيضة وتعرف بالمخصب fertilizin و جزيئات مكونة من بروتين حامضي توجد على سطح رأس النطفة وتكون اشكالها

متممة لأشكال جزيئات المخصب ، تعرف بالمخصب المضاد antifertilizin . وهذا التفاعل يعمل بالإضافة الى الالتصاق على منع التهجين من خلال قدرة سطح المشيج على تمييز امشاج نوعه ، كما يساهم في منع ظاهرة تعدد النطف polyspermy .

اكتشاف المخصب

كان ليليLillie أول من أماط اللثام عن وسيلة اتصال النطفة بالبيضة وذلك في عام 1912 . فقد وضع ليلى نطف قنفذ البحر في ماء البحر بعد أن مرره على البيوض فلاحظ أن النطف مالت الى التلازن agglutination . ومن المعروف الآن أن الحياتيين يعزون التلازن عادة لتفاعلات الاضداد بالمستضدات . لذا فقد ارتأى ليلي أن يكون الغطاء الجيلاتيني للبيضة وسطحها مغطيين بجزيئات مستقبلة receptor molecules يتمم شكلها شكل الجزيئات الموجودة على سطح النطفة ، واقترح أسم المخصب fertilizin للجزيئات المستقبلة . والمخصب المضاد antifertilizin للجزيئات المحمولة على سطح النطفة. وعلل ظاهرة تلازن النطف في ماء البحر التي سبق ذكرها بانتشار جزيئات المخصب، في الماء ، ثم ربطها العدد كبير من النطفة عند مواضع المستقبلات . يعد التلازن نتيجة التفاعل كيميائي بين مادتين متتامتين يشابه شكلاهما القفل والمفتاح.



شكل (1-10) تفاعل المخصب والمخصب المضاد

كيمياء المخصب والمخصب المضاد

المخصب هو بروتين سكري glycoprotein له وزن جزيئي يبلغ 300,000 ويحوي السكريات الأحادية الآتية الكلوكوز . الفركتوز ، والكالاكتوز. وتختلف السكريات الأحادية والاحماض الامينية من نوع لاخر. ولهذا يمكن القول أن المخصب يختلف باختلاف الأنواع. كما أنه خاص بالنوع . فمخصب النوع أ لايلازن الا نطف النوع أ. وهذه الخصوصية ليست نتيجة للتركيب الكيمياوي لجزيئة المخصب. وانما هي نتيجة لشكل هذه الجزيئة أو ترتيبها

أما الخصب المضاد فهو بروتين حامضي يتأثر بالحرارة . وله وزن جزيئي قدره 10,000 . وهو يسبب تلازن البيوض في ماء البحر . كما يمنع تلازن النطف . وكل من هاتين الخاصيتين ناتجة عن تنافس النطفة او المخصب المضاد على موضع الارتباط في المخصب .

وظائف تفاعل المخصب والمخصب المضاد في عملية الإخصاب

يمكن تلخيص وظائف تفاعل المخصب – المخصب المضاد كالاتي :

1- العمل على ربط أو التصاق النطفة بسطح البيضة .

2- يمثل التفاعل احدى وسائل منع ظاهرة تعدد النطف وذلك بانتشار جزيئات المخصب وتفاعلها مع النطف في محيط البيضة .

3 – يعمل التفاعل كوسيلة لمنع التهيجن بين الأنواع . وقد ظهر أن أمشاج الأنواع التي يمكن تهجينها تتلازن بنسب أعلى بكثير من أمشاج الأنواع التي لا تتزاوج مع بعضها.

عملية الاخصاب

تقوم احدى النطف باختراق خلية البيضة، ونادراً ما تخترقها نطفتان، ويتم ذلك من خلال تحطم الغشاء الخارجي ، للجسيم الطرفي و غشاء النهاية الأمامية للنطفة والتحامها ببعض . وتساعد المواد المنبعثة من خلايا التاج الشعاعي corona radiata cells على حدوث تفاعل للجسم الطرفي حيث ينطلق انزيم الهايلورنديز hyaluronidas ومواد شبيهة بالتربسين واخرى حالة على خلايا التاج. ومن خلال الثغرة المتكونة يد خل الجسيم الطرفي. تخترق النطفة المنطقة الشفافة zona pellucida و التي تتغير نفاذيتها، ومن ثم صفاتها حال ملامسة راس النطفة لسطح خلية البيضة. يتبع ذلك تكون بروز سايتوبلازمي في منطقة التماس يعرف بمخروط الأخصاب fertilization cone . و اخيراً يتحد غشاء البيضة مع الغشاء المغطي للمنطقة الخلفية لراس النطفة. يدخل راس النطفة وذيلها داخل خلية البيضة ، وتستدير نواة النطفة 180 فيما يتغير موقع الجسم مركزي والمايتوكوندريا فيها حيث يصبحان أمام النواة بعد ان كانا خلفها، ويتكون النجم aster.

يؤدي دخول النطفة الى داخل خلية البيضة الى:

أ- تغير في غشاء خلية البيضة والذي يصبح غير نفاذ لحيوانات نطفية اخرى مانعاً بذلك امكانية حدوث حالة تعدد نطفي.

ب- تستكمل خلية البيضة الثانوية المرحلة الثانية من الانقسام الاختزالي، ومن ثم تتكون نواة خلية البيضة والتي تعرف بالنواة الأولية الأنثوية Female pronucleus.

يستمر تحرك النطفة باتجاه النواة الأولية التي تتحرك بدورها نحو مكان الاتحاد. وحالما تصبح النطفة قريبة جداً من النواة الأولية الثانوية تكون نواتها قد انتفخت مكونة ما يعرف بالنواة الأولية الذكرية male pronucleus، بينما ينفصل الذيل ويضمحل . تصبح النواتان على تماس بعدهما، واخيراً تفقد كل منهما غلافها النووي لتصبح المادة الوراثية لهما مندمجة .

منع ظاهرة تعدد النطف

هناك على ما يبدو عدة وسائل لمنع هذه الظاهرة تعمل في الانواع المختلفة او حتى في النوع الواحد منها.

1- يمثل تلازن النطف الفائضة بمساعدة المخصب الذي يتسرب من الغطاء الجيلاتيني إلى المحيط باستمرار أولى وسائل منع تعدد النطف. وقد اثبتت التجارب فعلا ان تعريض البيوض إلى اعداد كبيرة جدا من النطف يزيد من احتمال حصول هذه الظاهرة .

2- بينت الدراسات التي تمت على المخصب والمخصب المضاد وجود الأخير في البيضة ايضا ، وان وظيفته في البيضة هي الارتباط بالمخصب بعد أن تخصب البيضة لمنع اتصال المزيد من النطف .

3- تطلق البيضة عند الاخصاب مواد معينة كبيرة الجزيئات إلى المحيط . منها انزيم هاضم للبروتين يدعى حال البروتين الناتج عن الاخصاب fertilization product protease أو باختصار FP protease الذي يمنع بنشاط دخول مزيد من النطف الى البيضة . وقد اثبتت التجارب حصول تعدد النطف في بيوض قنفذ البحر بتكرار عال نسبياً لدى اضافة كابح لهذا الانزيم الى المحيط . يعمل هذا الإنزيم على تغيير سطح البيضة بحيث يفقد البيضة قابليتها على ربط النطف ويتم ذلك في ثلاثين ثانية .

4- لعل تكوين غشاء الاخصاب fertilization membrane الذي تمت دراسته بصورة مفصلة في قنفذ البحر، والذي يظهر بشكل او اخر في بعض افراد شعبة الحبليات كالضفدع و بعض الأسماك العظمية. هو الوسيلة الرئيسة لمنع دخول اكثر من نطفة واحدة . يتكون غشاء الاخصاب من الغشاء المحي وغشاء البلازما و بعض المواد التي تتحرر من الحبيبات القشرية التي تتفجر لدى الاخصاب مطلقة محتوياتها إلى الخارج يرتفع هذا الغشاء المركب على سطح البيضة تاركا فسحة حولها تدعى الفسحة حول الحية periviteline space ويجعل ابتعاد غشاء الاخصاب عن سطح البيضة وصول نبيب الجسيم الطرفي إلى سطح البيضة متعذراً.

5- في الثديات. حيث لم تلاحظ ظاهرة مماثلة لارتفاع غشاء الاخصاب . تحاط البيضة بالمنطقة الشفافة zona pellucida. وعند دخول نطفة ما إلى البيضة تعاني المنطقة الشفافة تغييراً بسيطاً يجعل مرور النطف خلالها متعذرة . وقد دعي هذا التغيير منطقة التفاعل zona reaction وهي تبدأ في موضع دخول النطفة ثم تمتد لتشمل بقية المنطقة الشفافة.

6- تحاط بيوض الأسماك العظمية بغشاء بيضة متين (المشيمى chorion) فيه ثغرة دقيقة تعرف بالنقير micropyle تسمح بمرور نطفة واحدة في وقت واحد. وحال دخول احدى النطف تسد الثغرة بمادة جيلاتينية لمنع دخول نطفة اخرى. في البيوض الكبيرة . كبيوض الأسماك الغضروفية الذنبيات. الزواحف والطيور، تدخل البيضة اكثر من نطفة واحدة في العادة physiological polyspermy. ولكن نطفة واحدة تساهم فعلا في التكوين الجنينى. اما بقية النطف فتضمحل عاجلا أو آجلا.

التكاثر العذري Parthenogenesis

عرف التكاثر العذري الطبيعي natural parthenogenesis في عدد من الحيوانات اللافقرية ، حيث يبدأ التكوين الجنين بدون اخصاب. ويستدل من هذا على أن تثنية المجموعة الكروموسومية ليست ضرورية لبدء عملية التكوين الجنينى التي يمكن أن تبدا وتستمر بمجموعة كروموسومية واحدة . ولكن هذا لا يلغي الفوائد التي يعود بها وجود مجموعتين من الكروموسومات. لقد دفع هذا بعض الباحثين إلى دراسة هذه الظواهر لفهم بعض جوانب عملية الاخصاب. فاستخدمت عدة وسائل فيزيائية وكيميائية، بعضها يشابه عمله عمل النطفة. الاحداث التكاثر العذري في أنواع لا يشيع فيها بصورة طبيعية، وهو ما يعرف بالتكاثر العذري الصناعي artificial parthenogenesis من الوسائل التي استخدمت لاستحداث التكاثر العذري في بعض اللافقريات البحرية و تغيير تركيز الأيونات في ماء البحر، كما أن معاملة البيضة غير المخصبة بحامض البيوتريك buteric acid يستحدث فيها تغييرات قشرية تجعلها لا تتميز عن البيضة المخصبة. وتتضمن وسائل استحداث التكاثر العذري معاملة البيضة باملاح مختلفة مثل بعض الكلوريدات والحوامض العضوية الضعيفة ، واللبنيك والأحماض والمذيبات الدهنية او تعريض البيوض غير المخصبة لصدمة حرارية او كهربائية او تعريضها للاشعة فوق البنفسجية . ويمكن الحصول على نتيجة جيدة بوخز البيضة بأبرة زجاجية دقيقة ملطخة بالدم او بخلاصة نسيج ما.

شكل (1-11) التكاثر العذري في النحل