מינהלת מל"מ המרכז הישראלי לחינוך
מדעי טכנולוגי ע"ש עמוס דה שליט

הטכניון
מכון טכנולוגי
לישראל

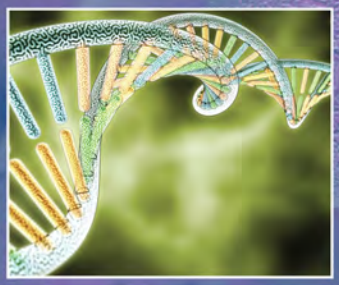
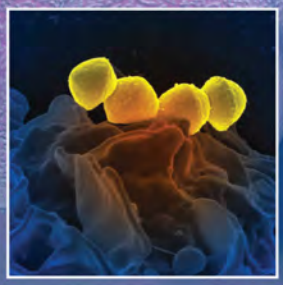
Technion
Israel Institute
of Technology

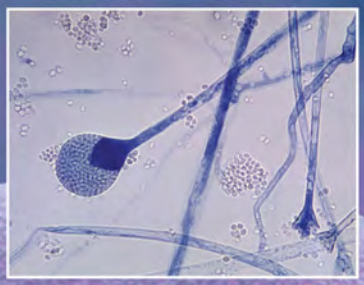
אגף א' למדעים
המזכירות הפדגוגית משרד החינוך

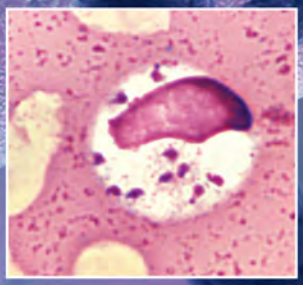
المَخْفِيّون عن العَيْن

عن الكائنات الحيّة الدقيقة والتكنولوجيا الحيويّة

بقلم: إستي لاسلو
مديرة المشروع: طالي طال
ترجمة: نهال أنيس ناصر





אגף ספרי לימוד
באישור
משרד החינוך
אישור מס': 4517
אושר בתאריך: 17.2.19

المَخْفِيّون عن العَيْن

عن الكائنات الحيّة الدقيقة والتكنولوجيا الحيويّة

بقلم: إستي لاسلو
مديرة المشروع: طالي طال
ترجمة: نهال أنيس ناصر

المخفيُّون عن العَيْن
عن الكائنات الحيّة الدّقيقة والتكنولوجيا الحيويّة

تطْوير وكتابة: د. استير لاسلو
مُديرة المشروع: بروفيسور طالي طال
مُراجعة واستشارة تعليميّة: د. ماشا تساوشو
مُراجعة علميّة: د. سيچال كورم
مُراجعة لغويّة: د. أبيشالوم جينوسار
تصميم جرافيكي: كُتب نيڤ م.ض. ، دچانيت سطاينتسكي
صُوَر ورسوم تخطيطيّة: تظهر القائمة في نهاية الكُرَّاس
إصدار: وزارة التربية والتعليم
النَّسخة العربيّة: ترجمة ومُراجعة نهال أنيس ناصر

قرؤوا وأعطوا مُلاحظات: د. ميخال نحشون، عنات آسولين وياردين كيدمي
نشكر بروفيسور رؤوفين لازروفيتش و د. محمود خليل مُدير المشروع ومُؤلِّف كتاب "العالم العجيب للكائنات الحيّة الدّقيقة".
نشكُر المُعلِّمون الذي جرّبوا التعليم المُسبَق للوحدة وشاركوا بمُلاحظاتهم:
د. راكيفيت دناي، نوريت لاندمان وناڤا رون.
نشكُر بروفيسور أييلت بارعام تساباري وأعضاء مجموعة البحث للاتّصال العلميّ وتعليم البيولوجيا في كُليّة التربية للعلوم والتكنولوجيا في التخنيون الذين كانوا بمثابة منارة للتوجُّه التربويّ لهذا الكتاب.

© جميع الحقوق محفوظة لوزارة التربية والتعليم

المَخْفِيّون عن العَيْن

عن الكائنات الحيّة الدّقيقة
والتكنولوجيا الحيويّة

على المُعلِّم الإطّلاع على القوانين المُحَتْلنة لضمان الأمان والسلامة في المختبرات، والتي يتمّ نشرُها في منشور المدير العام قبل تنفيذ كُل واحدة من التجارب.

المُحتويات

مُقدِّمة 6

مُقدِّمة للكائنات الحيّة الدّقيقة 9

تجربة 1: أين تتواجد الكائنات الحيّة الدّقيقة؟ 12

تجربة 2: الكائنات الحيّة الدّقيقة مِن خِلال المَجْهَر 16

فصل 1: الميكروبيوم 22

تجربة 3: ميكروبيوم في جِسم الإنسان 25

تطوُّر الميكروبيوم في جِسم الإنسان 27

عن السُّمنة، الميكروبيوم والمسؤوليّة 28

فصل 2: البكتيريا 31

تجربة 4: صَبغ البكتيريا 31

تجربة 5: خلايا البكتيريا وخلايا أخرى 33

2.1 تكاثُر البكتيريا 35

2.2 تنْمِية البكتيريا 38

2.3 الأمراض 40

2.4 المُضادّات الحيويّة 47

تجربة 6: حساسيّة البكتيريا للمُضادّات الحيويّة 56

فصل 3: الڤيروسات 61

حَجم الڤيروسات 62

مبْنى الڤيروسات 63

عمليّة العَدْوى 64

3.1 مَرَض الإنفلونزا 66

3.2 المزيد عن الأمراض الڤيروسيّة 72

فصل 4: الكائنات الحيّة الدقيقة حقيقيّة النّواة 74

تجربة 7: كائنات حيّة دقيقة حقيقيّة النّواة 75

4.1 حقيقيّات النُّوى المُسبِّبة للأمراض 77

4.1.1 ما هي العلاقة بين المَرَض، توسيع المُستوطنات والحيوانات البريّة؟ 77

فصل 5: التَّطْعيم 83
5.1 جِهاز المناعة – معرِفة عامّة 84
5.2 من فهِم جِهاز المناعة إلى الوقاية من الأمراض 88
5.3 تَطْعيمات – تقنيّة طبيّة للوقاية من الأمراض 89
5.4 عن التَّطْعيمات وعن المُعارضين 92
5.5 فعاليّة تلخيصيّة لفصل التَّطْعيم 96
فصل 6: التكنولوجيا الحيويّة 98
6.1 الكائنات الحيّة الدّقيقة في صناعة الغذاء 98
6.1.1 الخُبز 99
تجرِبة 8: تطوير وَصفة لتحضير الخُبز 100
6.1.2 النّبيذ 104
6.1.3 منتوجات الحليب 109
تجرِبة 9: تحضير اليوجورت واللّبنة 109
6.2 زيادة فترة الصَّلاحيّة 112
تجرِبة 10: مُشاهدة العَفَن من خلال المَجْهَر 112
6.3 غذاء مُهنْدَس جينيًّا 114
تجرِبة 11: إنتاج DNA بشريّ 116
6.3.1 مُعضِلة بيو - أخلاقيّة: أغذية مُهنْدَسة وراثيًّا 120
6.4 الكائنات الحيّة الدّقيقة والبيئة 123
6.4.1 إعادة تدوير الموادّ في الطبيعة 124
6.4.2 إعادة تدوير النِّفايات العُضويّة 129

مُقدِّمة

الهدف

كُتِبَ هذا الكتاب بِهَدَف تذويت التنوُّر العلمي. من الممكن أن يعطي التنوُّر العلمي أدوات لإتخاذ قرارات موضوعيّة في الحياة اليوميّة، التي تعتمد على معرفة علميّة. يُعطي الكتاب معرفة ذات علاقة لفهم ظواهر من الحياة اليوميّة، يُعزّز التفكير العلمي، يُطوّر توجُّهات حول ماهيّة العلم، ويتطرّق أيضًا للجوانب الإجتماعية والأخلاقية بالنسبة للمواضيع العلميّة التي تُدَرَّس.

التوجُّه التعليمي

نحن نطمح لتعلُّم من خلال علاقة مع حياة الطالب، من خلال إستعمال المعرفة والتجارب المُسبقة للطلاب. يتم عرض المضمون العلمي للطلاب بطريقة التي تحُثُّهم لإستعماله في حياتهم اليوميّة. يُزوّد الكتاب إمكانيات عديدة للتعلُّم المُشترَك، وللتجربة النَّشِطة. أمامكم عِدّة صور تمثيليّة التي ستظهر خلال الكتاب وتفسيرًا لمعناها.

طرح أسئلة

لتعزيز التعلُّم من خلال الإهتمام والدافعيّة الداخليّة، يَدمِج الكتاب إمكانيات للتعامُل مع طرح أسئلة التي تهُمّ الطالب. سيتم جمع هذه الأسئلة في بداية كُل فصل، وستكون بمثابة أساس لتلخيص للفصل. من المُفضَّل جدًّا دمج مواضيع وأمثلة التي تنبُع من خلال أسئلة الطلاب في فُرص مُلائمة خلال تعليم الفصل. (ר' חגי וברעם צברי 2012)[1].

فُرَص للتعلُّم المُشترَك

يُتيح الكتاب ويُشجِّع إمكانية للنقاش والتعلُّم المشترك لبناء معلومات ومعانٍ، التي تنتُج من خلال التعرّف على وجهات نظر الطلاب.

تجارب مُشاهدة وتجارب بحث

يتم إكساب مهارات المختبر والبحث من خلال تجارب عملية والتعرّف على الموضوع بطُرق تجريبية.

تمثيل

يُتيح تمثيل ظواهر علميّة للطالب فهم عمليات علمية، من خلال التداخل الشعوري والاستمتاع. تحضير المقارنة المُمثّلة للظاهرة، التنفيذ والتغذية المُرتدة تُمَكِّن فهم أعمق للموضوع. (ר' פלג וברעם צברי 2009)[2].

1. רעיונות לשילוב ניתן למצוא במאמר: חגי, גלית וברעם צברי, אילת (2012) להקשיב לקול התלמיד: שילוב שאלות תלמידים בתכנית הלימודים כמשאב להגברת העניין בשיעורי הביולוגיה, עלון למורי הביולוגיה ולמורי מדעי הסביבה: 185 https://tinyurl.com/micro-hagai

2. השיטה מתוארת במאמר: פלג, רן וברעם צברי, אילת (2009) דרמה מתחת למיקרוסקופ: תיאטרון בהוראת המדעים. מוט"ב כעת, גיליון מס' 4, תשס"ט.

يعرض الكتاب مضامين، مهارات وتوجُّهات التي تعتمد على البرنامج التعليمي لموضوع العلوم والتكنولوجيا في المجتمع والـ - NGSS [3]

1. مضامين: أفكار مركزيّة (من ضمن البرنامج التعليمي)

- الكائنات الحيّة الدّقيقة هي كائنات صغيرة جدًا مُفيدة لحدوث عمليّات عديدة في الطبيعة
- تتكاثر البكتيريا بواسطة إنقسام الخلايا
- الڤيروسات هي طُفيليّات وتتعلّق قُدرتُها على التكاثُر بالخلية المُخزِّنة
- تستطيع البكتيريا والڤيروسات المُسبِّبة للأمراض التكاثُر في جسم الإنسان وإصابة خلايا الجسم
- يُمكن منع أمراض التي تُسبّبها الكائنات الحيّة الدّقيقة ومُعالجة الأمراض بطُرُق مُختلفة
- المرض هو حالة من فعاليّة غير صحيحة لأنظمة الجسم التي يُمكن أن تكون لأسباب مُختلفة
- يُوجد تأثير لنمط حياة الفرد ولتطوّر العلوم والتكنولوجيا على الصحة
- نمط حياة صِحّي هو مجموعة تصرُّفات التي تُحسِّن الصِحَّة والتي يستطيع الإنسان السيطرة عليها وبدورها تُمكِّنُه من الوصول إلى جودة حياة مُثلى في نطاق قُدراته وظروفه
- تتكاثر الكائنات الحيّة الدّقيقة في الغِذاء ومن المُمكن أن تُؤدِّي إلى إفسادِهِ
- يستعمل الإنسان الكائنات الحيّة الدّقيقة في الطِّب، الصِّناعة والزراعة

2. مهارات: مُمارسات عِلميّة (بالاعتماد على NGSS)

- صياغة أسئلة ذو علاقة بإشكاليّة أو ظاهرة التي تحثّ على البحث، أو تحديد مشكلة (في التكنولوجيا)
- تخطيط وتنفيذ بحث [إقتراح فرضيّات، فصل مُتغيرات، تمييز العوامل المُؤثرة على الظاهرة، تمييز الشروط الثابتة، تنفيذ تجربة، مشاهدة أو إستطلاع]
- تحليل وتفسير المُعطيات [عرض النتائج بواسطة رسوم بيانية وجداول، مُعالجة النتائج]
- بناء شروح أو إنتاج حلول [تشكيل إستنتاج الذي يعتمد على مُعطيات، فحص مدى صلاحيّة الإستنتاج وتأسيسُه على النتائج أو على المعلومات]
- إدّعاء مبني على دلائل [بناء إدّعاء الذي يعتمد على معطيات، تمييز نقاط الضعف في الإدّعاءات العلميّة بالتلاؤم مع المعطيات والتفسيرات، تمييز مُميزات مركزيّة في الإدّعاء العلمي: إدّعاء، نتائج وتفسيرات]
- إيجاد، تقييم وعرض المعلومات [عرض المعلومات بطُرُق مختلفة مثل وصف كلامي، جدول، رسم بياني ومُخطّط بهدف تفسير أو مُناقشة النظام المبحوث، قراءة بنّاءة لمقال علمي مُعالج أو تقديم تقرير إعلامي، من خلال مُناقشة دِقّة وصلاحية المعطيات، الفرضيات والإستنتاجات]

2.1. مهارات إضافية: بناء حِجَّة أخلاقيّة

في الحوارات حول قضايا التي تطرح مُعضلات أخلاقيّة نحن نُطوّر مهارات التفسير الأخلاقي [4] مثل:

- تحديد قيم (مثل الصدق، العدل، الإستقامة، حقوق، واجبات، مسؤولية)، وفحص العلاقات بين القيم (مثل تصادم القيم، تحديد سُلَّم للقيم)
- عرض مهارة التفكير التي تتطرّق للحقوق والواجبات
- عرض مهارة التفكير النفعيّ بالتلاؤم مع الفائدة وتقليل الأضرار
- معرفة وتحديد سُلطة مثل قانون، قواعد أخلاقيّة مِهنيّة، أخلاق شخصيّة-مِهنيّة، سُلطة دينيّة

---

3 The Next Generation Science Standards

4 ראו לסלו וברעם צברי (2017) על מדע, אתיקה ו... טוקבקים. מה אפשר ללמוד מהשיח הציבורי המקוון על חינוך לאוריינות מדעית? שמורת טבע 194 https://tinyurl.com/micro-laslo

3. توجُّهات – ماهيّة العلم (بالاعتماد على مُلحق NGSS 2013)

- يتميّز العلم باستعمال معايير تجريبيّة، منطِق ونقد بنّاء
- يتقدّم العلم خلال التاريخ وتتغيّر النظريّات بالتلاؤُم، الأفكار والمُعتقدات. من المُمكن أن تتغيّر المعرِفة العِلميّة بواسطة نتائج جديدة أو تفسيرات جديدة
- المعرِفة العِلميّة هي نتيجة لجُهد، تخيُّل وإبداع، الذي ساهم به أشخاص، مجموعات وثقافات عديدة
- يتمّ تقدّم العلم والتكنولوجيا بتأثير متبادل بينهما وبين المجتمع. التقنيات الجديدة تُقدّم المعرفة العلمية وبالعكس
- لا يُقدِّم العلم إجابات لجميع الأسئلة
- يطرح العلم والتكنولوجيا قضايا أخلاقيّة، لكن لا يستطيعا بأنفُسِهما تقديم حلول لهذه القضايا
- يؤشِّر العلم على ما يُمكن أن يحدُث في الأنظمة الطبيعيّة، وليس على ما يجب أن يحدُث. القرار الإنساني لطريقة إستعمال المعرفة يجب أن يتضمّن تطرُّق للأخلاقيّات والقِيَم. أخذ قرارات في قضايا المُتعلّقة بالعِلم يعتمد على معرفة علميّة وأيضًا على علاقات تَربويّة وإجتماعيّة
- يتميّز البحث العلمي بمباديء وقيم مُشتركة، مثل التفكير المنطقي، الدِقّة، إنفتاح تفكيري، ميل للموضوعيّة، الشك، تقديم تقارير عن تجارب بشكل الذي يُمكِّن من تنفيذها مرة أخرى، وتقديم تقرير مُنصِف عن النتائج

تظهر في نهاية كُل فصل في الكتاب أهم المضامين والأفكار المركزيّة من ضمن البرنامج التعليمي

مُقدِّمة	كائنات حيّة دقيقة			
	ميكروبيوم (مُجمَّع من الكائنات الحيَّة الدَّقيقة) مثال: الميكروبيوم لدى الإنسان			
مجموعات	جراثيم مثل: المكورة العِقديَّة	فيروسات مثل: الإنفلونزا	حقيقيّات النّوى مثل: ليشمانيا (سوسنة أريحا)	
تَطْبيقات	تَطْعيمات	التكنولوجيا الحيويّة صناعة الغذاء، البيئة، هندسة وراثيّة		

تمّت كتابة الروابط للمصادر في الشبكة العنكبوتيّة بكتابة مُختصرة: http://tinyurl.com
يوجد لكُلّ رابط إسم خاصّ، بحيث يستطيع المُستخدِم كتابة عنوان الرابط بسهولة.

مُقدِّمة للكائنات الحيّة الدّقيقة

فعاليّة أوليّة

1. لأي مدى الكائنات الحيّة الدّقيقة (مثل البكتيريا والڤيروسات) مُفيدة أو مُضِرّة؟ ما رأيك؟
على كُل طالب إلصاق مُلصَقة بحسب موقِفِه، على محور الأرقام 5-1 الذي سيُرسم على اللوح:

2. فعالية في مجموعات 4-3 طلاب ذوي مواقف متشابهة

أمامكم قائمة أقوال التي تُعبّر عن مواقف شائعة حول الكائنات الحيّة الدّقيقة.
ابنوا رسمًا كاريكاتوريًّا الذي يَصِف موقِفَكُم حول الكائنات الحيّة الدّقيقة.
يمكن أن تتطرّقوا في الرسم الكاريكاتوري لأقوال صحيحة أو غير صحيحة من القائمة.

- تُولّد جميع الكائنات الحيّة الدّقيقة أمراضًا
- عندما ننجح بإبادة جميع الكائنات الحيّة الدّقيقة سيكون العالم أفضل
- تستطيع الكائنات الحيّة الدّقيقة مُعالجة الأمراض
- يجب تطهير جميع الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة على سطح الجِلد
- أغلب الكائنات الحيّة الدّقيقة مُضِرّة للإنسان
- تتواجد الكائنات الحيّة الدّقيقة فقط في الأماكن القذرة
- تُساعد الكائنات الحيّة الدّقيقة في هضم الغذاء
- الكائنات الحيّة الدّقيقة ضروريّة للحفاظ على البيئة
- تتواجد الكائنات الحيّة الدّقيقة داخل جسم الإنسان فقط في حالة المرض
- تُشكّل الكائنات الحيّة الدّقيقة خطرًا في الغذاء بشكل دائم

3. اقرؤوا قطع المعلومات التالية ولخّصوا:

أ. تطرّقوا لكُل قطعة، أكتبوا ما هو الضَّرر أو الفائدة من الكائنات الحيّة الدّقيقة للإنسان؟
ب. إذا استطعتم إبادة جميع الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة في العالم، هل ستفعلون هذا؟ لماذا؟
ج. ناقشوا الرسوم الكاريكاتوريّة التي رسمتموها على ضوء المعلومات الجديدة.

1

تتواجد البكتيريا في كُل مكان. نعرِف اليوم الكثير عن العلاقة بين النظافة والأمراض. يوجد للحيوانات في الطبيعة أيضًا تصرُّفات التي تُحافظ بها على النظافة. السرطانات والضفادع الصغيرة تُبعِد المرض من مجموعاتهم. النمل، الخفافيش وأنواع مُعيّنة من الأسماك والعصافير تُبعِد من فوقها الآفات المجهريّة، بينما الراكون والبربريات والغُرَيْريات يُؤدون احتياجاتهم في مناطق استعمال مُحدَّدة.

יעל גרופר (2015) ההיסטוריה של ההיגיינה, מכון דוידסון.

https://tinyurl.com/micro-yael

3

اضطرّت مُنتِجة لكؤوس الأطفال الصغار في أيار 2016، استبدال أكثر من ثلاثة مليون كأس بعد أن كان هنالك إدّعاء أنَّ 70 طفلاً قد مرضوا بسبب العَفَن الذي تجمَّع في الصَّمَّام الموجود تحت فُوّهة الكأس.

ما هو العَفَن؟ في أي شروط ينمو؟ هل العَفَن خطر فعلاً للصحة؟

עוד על נזקי עובש https://tinyurl.com/micro-ovesh

על טיפול בעובש https://tinyurl.com/tipul-ovesh

تأثيرات على نُمُو العَفَن

5

"تمّ تقديم تقرير في نهاية الأسبوع المُنصرِم عن حيوان مريض بمرض الكَلَب الذي قام بِعَضّ أكثر من عشرة أشخاص. هذه المرة كان الحديث عن ذئبة التي عضّت 11 شخصًا في منطقة طبريا، قبل أن أطلقوا عليها النار وأرسلوا جُثَّتها للتشريح ووجدوا أنها تحتوي على الڤيروس".

يُهاجم ڤيروس الكَلَب الجهاز العصبي ومن الممكن أن يُؤدي حتى إلى الموت. لكنّ الأخبار الجيّدة هي أنَّ الڤيروس حسّاس جدًا لمواد التطهير، وأيضًا التطعيم ضِدّه من الممكن أن يُنقِذ الحياة. إذا عُضّ شخص، يجب غسل المنطقة المُصابة بالماء الجاري والصابون، تحويل المُصاب للطبيب، وإذا كان هنالك خوف من الإصابة بالكَلَب، يحصُل المُصاب على تطعيم ضِد الكَلَب الذي يمنع تطوُّر المرض.

فلورنتين (2014) https://tinyurl.com/micro-kalevet

إنتاج الكهرباء من النفايات بواسطة البكتيريا:

يَتِمّ جمع النفايات العضوية من المطبخ وتُنقل إلى جهاز، الذي يُتيح شروط التي تُمكّن البكتيريا من إنتاج غاز الميثان الذي يُمكِن بواسطته إنتاج الكهرباء.

للتوسُّع: https://tinyurl.com/micro-hashmal

يتم استعمال العَفَن لتحسين الجُبن الغالي.
مثلا عَفَن البنيتسيليوم روكوفورطي الذي يُنتج جبنة الروكفور.

هُنالِك أصناف من العَفَن مثل البنيتسلينيوم الذي تُنتَج منه المُضادّات الحيويّة مثل البنيتسلين. تُستعمل أصناف عَفَن أخرى لإنتاج الأدوية وتقليل مستوى الكوليسترول في الدم.

تمّ تشخيص إميلي فايتهاد كمريضة باللوكيميا (سرطان الدم) في جيل خمس سنوات. بعد ثلاثة علاجات كيميائية بدون فائدة، تمّت مُعالجتها بواسطة إدخال خلايا مُهَنْدسة جينيًا إلى جسمها. تمّ أخذ الخلايا من جسم إميلي، وبعدها هُندِست وراثيًا، **بواسطة استعمال الڤيروس**. بحسب أقوال طبيبها: "في شهر نيسان كانت صلعاء، وفي شهر آب توقّت في يومها الأول في الصّف الثاني".

المُعالجة الجينيّة هي طريقة (في هذه المرحلة بالأساس كأبحاث) لتصحيح الجينات المُصابة المسؤولة عن تطوُّر الأمراض. الطريقة المُنتشرة غالبًا لإدخال جين صحيح لإنسان يُعاني من مَرض جيني، هي بواسطة ڤيروس الذي يتم تغييره بالهَندسة الجينيّة حتى يحتوي على DNA بشري صحيح.

לואיס (2014) המערכה השנייה של הריפוי הגני סיינטיפיק אמריקן ישראל, הידען
https://tinyurl.com/micro-geni

تجربة 1: أين تتواجد الكائنات الحيّة الدّقيقة؟

أين يُمكن بحسب رأيكم أن تنمو الكائنات الحيّة الدّقيقة؟ وما هي الشروط التي تُميّز البيئة التي تُمكِّن نُمو الكائنات الحيّة الدّقيقة؟

ابنوا قائمة صفيّة لمصادر، في المدرسة وبيئتها، التي تستطيعون أخذ عيّنات منها للفحص في المختبر. في أيّ منها تتوقّعون إيجاد كائنات حيّة دقيقة، وفي أيّها لا؟

حتّى نتعرّف على القليل من الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة حولنا، سنجمع عيّنات من مصادر مُختلفة بواسطة قشّة الأذن، ونُحاول تَنْمِيَتِها في صحن بتري الذي يحتوي على غذاء غنيّ.

يختار كل زوج نوعًا واحدًا للفحص.

لسلامتكم: حتى يتم الامتناع عن مُسبّبات الأمراض يجب عدم أخذ عيّنات من داخل الجسم (فم، أُذن وهكذا)، وأيضًا ليس من مصادر التي من الممكن أن تتلوّث من إفرازات الجسم (مثل المرحاض والمصارف). وليس من التربة، يجب ملائمة مصادر العيّنة لتعليمات الأمان من وزارة المعارف. تعليمات الأمان مفصّلة في الرابط https://tinyurl.com/micro-betihut وأيضًا في الرابط https://tinyurl.com/chozer-mankal

أدوات لكُلّ زوج من الطلاّب: صحن بتري مع وسط آجار مُغذّي (Nutrient Agar)، الذي يُمكِّن نُمو كائنات حيّة دقيقة مُختلفة، وقشّة أذن نظيفة (من المُفضّل مُعَقّمَة).

سير العمل

أ. سجّلوا اسمكم في طرف صحن البتري، والمكان الذي ستأخذون منه العيّنة.
ب. خذوا مِسواك وافركوا بطرف المِسواك المكان الذي اخترتم أن تأخذوا العيّنة منه
ج. نقل الكائنات الحيّة الدّقيقة إلى وسط التنمية يُسمّى "زرع".

طريقة الزرع

د. افتحوا صحن البتري وافرشوا العيّنة بحذر بشكل أفعى
هـ. غطّوا الصحن مباشرة بالغطاء
و. اقلبوا الصحن بحيث يكون الوسط للأعلى.

أتركوا الصحن لمدّة 48 ساعة في درجة حرارة الغرفة
افحصوا الصحون المختلفة بعد مرور أسبوع.

لا يمكن مُشاهدة كائن حيّ دقيق منفرد، لكن يُمكن تمييز مُستعمرات من الكائنات الحيّة الدّقيقة: بكتيريا أو فطريات، التي نتجت عقب تكاثر الكائنات الحيّة الدّقيقة لعدد هائل من الكائنات.

قواعد الحذر: إلزامي العمل مع قفازات، **يُمنع فتح الصحون.** يتم رمي الصحون في نهاية استعمالها إلى صفيحة خاصة بهدف التعقيم.

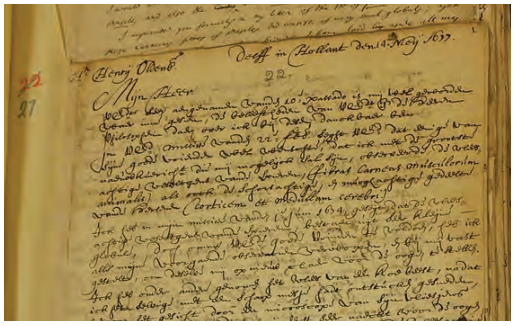
1. قوموا بتصوير الصحون، وصِفوا النتائج: انتبهوا للفروق بين الأشكال، الأحجام، الألوان والكميات لمُستعمرات الكائنات الحيّة الدّقيقة التي أُخِذَت من مصادر مختلفة.
2. رتّبوا نتائج الصّف في جدول.
3. **لخّصوا:**
   أ. أين وجدتُم الكائنات الحيّة الدّقيقة؟
   ب. ما هي الفروقات التي وجدتموها في التنوّع والكمية بين الأماكن المختلفة؟
   ج. ما هي الشروط التي تُمكّن نُمو الكائنات الحيّة الدّقيقة في البيئات التي بحثتموها في الصّف؟

إكتشاف الكائنات الحيّة الدّقيقة

وصلت عام 1676 رسالة للجمعيّة الملكيّة في لندن، جمعية التي أُسِّسَت حتى يتم تحسين العِلم في العالم.

كانت الرسالة من أنطوني فان-لفنهوك، تاجر منسوجات هولندي. فان-لفنهوك الذي كان يتساعد بزُجاجة مُكبِّرة حتى يفحص ألياف الأقمشة، حسب ما كان مُتّبع في تلك الفترة، حسّنَ العدسات بواسطة التلميع، حتى استطاع بناء مَجْهر ذو تكبير 250 ضعف. كباحث هاوٍ بدأ بفحص أمور مختلفة في المَجْهر، وروى عن اكتشافاته برسالة للجمعيّة:

"في اليوم الـ- 26 من شهر أيار أخذتُ نصف أونصة من حُبيْبات الفُلفل، طحنتُها جيّدًا، وضعت المسحوق داخل فنجان شاي مع أونصتان ونصف من ماء المطر، خفقتُ، وخلطتُ. في الثاني من حزيران صباحًا، بعد أن قُمتُ بعدة مشاهدات منذ الـ- 26 من أيار لم أنجح بإيجاد أي شيء حيّ. بينما رأيتُ كائنات حيّة التي ظهرت لي بحسب شكلها كبشرية صغيرة، لكن لم أجد فيهم علامات حياة. كُلُ ما شاهدتهُ في تلك الليلة، لم أراه. في الساعة 23:00 إكتشفتُ في بعض الكائنات المنفردة علامات حياة. في الثالث من حزيران شاهدتُ أكثر، وظهرت فقاعات من الماء، كأنها كانت بيرة".



رسالة أصلية لفان - لفنهوك

1 . العديد لم يُصدّقوا تقرير فان-لفنهوك بأنه توجد في الماء كائنات حية صغيرة. لماذا؟

2. لماذا توجد أهمية للتعقّب الذي نفّذه فان-لفنهوك لمدّة أسبوع؟

3. من أين أتت الكائنات الحيّة التي أظهرتْ علامات حياة؟

4. ماذا يُمكن أن تفرضوا بالنسبة لوتيرة تكاثُر الكائنات التي شاهدها فان-لفنهوك؟ أذكُروا ما هي المعلومات مِنَ القطعة التي ستتساعدون بها لإجابتكم؟

5. وسَّعَ المَجْهر حدود العِلم بأنه مَكَّن من رُؤية أمور لم يروها سابقًا. أعطوا أمثلة التي تُعبّر عن مُساهمة المَجْهر لتحسين المعرِفة العلميّة.

كان فان-لفنهوك الأوّل في العالم الذي وَصَف الكائنات الصغيرة، ميّز حركتهم، وحدّد أنهم كائنات حيّة. بعده بـ 200 سنة فقط، مع تطوّر المجاهر وتكملة المشاهدات، إكتشف الباحثون العلاقة بين هذه الكائنات وظواهر عديدة في حياتنا .

تشمَلْ هذه الكائنات الصغيرة عدّة أنواع الموجودة في كُل مكان على سطح الكرة الأرضية – في التربة، في الماء وداخل جسم الكائنات الحيّة والنباتات. المجموعات الأكثر شيوعًا من هذه الكائنات هي البكتيريا، الفطريات أحادية الخلايا مثل الخميرة والعفن، كائنات حيّة أحادية الخلايا والطحالب أحادية الخلايا.

جميعها تُسمّى **كائنات حيّة دقيقة**. اليوم تشمل هذه المجموعة أيضًا ڤيروسات، التي لا يُمكن رؤيتها بالمجْهر الضوئي، وهي مبنية وتتصرّف بشكل مُختلف عن الكائنات الأخرى.

6. ابحثوا في القاموس وأكتبوا معنى الكلمات التالية، ميكرو _____ كائن حيّ دقيق _____

7. عرِّفوا باختصار، بكلماتكم، ما هي الكائنات الحيّة الدّقيقة، وأذكروا الصفات المُهمّة على الأكثر حسب رأيكم التي تُميّز الكائنات الحيّة الدّقيقة.

---

5 لمعلوماتِكُم، يُمكن رُؤية معرضًا للمجاهِر القديمة، بما يشمل الذي استعملَهُ فان-لفنهوك في مَتْحف المداعتيك في حيفا.

حجم الكائنات الحيّة الدّقيقة

تشمل مجموعة الكائنات الحيّة الدّقيقة تنوّع هائل من الأصناف، التي تختلف فيما بينها بصفات عديدة. مع هذا، تتميّز الكائنات الحيّة الدقيقة بحسب حجمها: الكائنات صغيرة جدًا، يتم قياس حجمها بوحدات الميكرون. يمكن رؤيتها فقط بواسطة المَجْهر.

وحدات الطول

سنتيمتر (cm) $\frac{1}{100}$ متر (10^{-2}).

ميلمتر (mm) $\frac{1}{1000}$ متر (10^{-3}).

وحدات قياس الأجسام التي لا تُرى بالعين المُجردة (مثل الجراثيم):

ميكرومتر (μm, المعروف أيضًا كميكرون) $\frac{1}{1000000}$ ميليون المتر (10^{-6}).

نانومتر (nm) $\frac{1}{1000000000}$ ميلياردية المتر (10^{-9}).

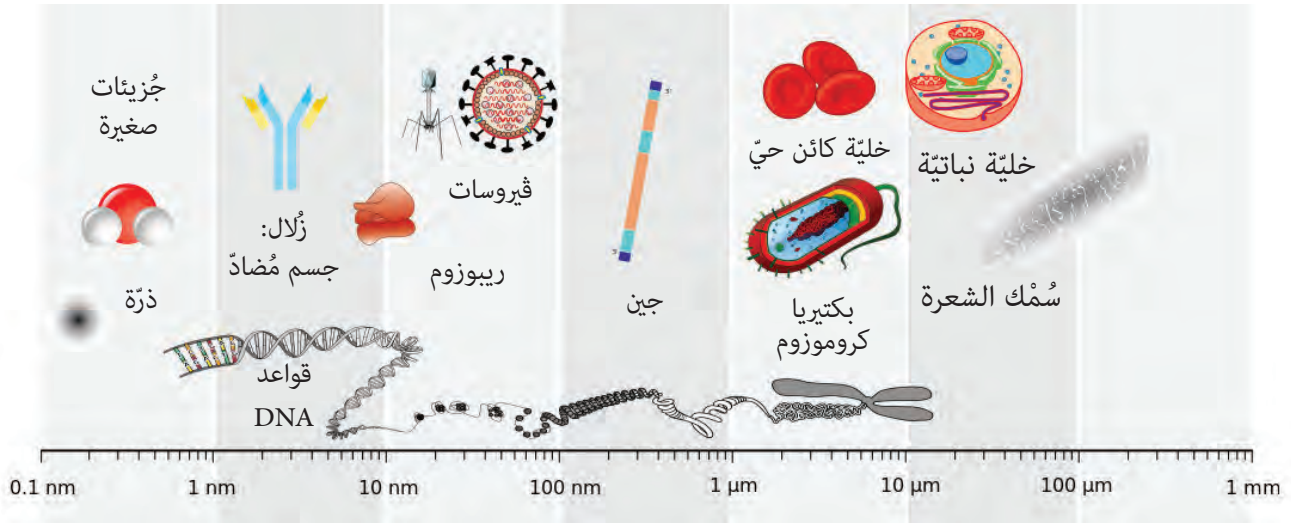
1. أ. احسبوا عدد البكتيريا ذو طول 2 ميكرومتر الموجودة في ميلمتر واحد؟ في سنتيمتر واحد؟

ب. سجّلوا طولكم. ما هو عدد البكتيريا التي من الممكن أن تدخل في هذا الطول؟

2. القيمة الأُسيّة :

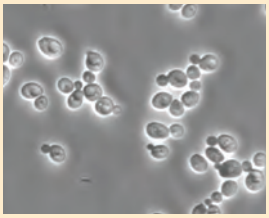
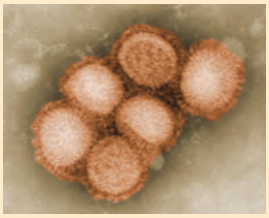
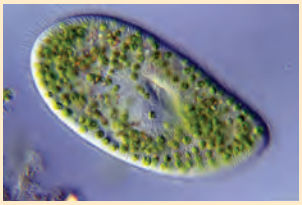
تساعدوا بالتخطيط ورتّبوا من الأكبر للأصغر:

حُمات (فيروس)، جُزيء ماء، جُزيء زلال، ذرة كربون، خليّة بَصَل، خليّة جلد، نملة، جرثومة.



3. أمامكم صور لكائنات حيّة دقيقة من مجموعات مختلفة.

بما أنّه لا يُمكن رُؤيتهم بالعين المُجرّدة، سنُحاول أن نفهم كم منهم يمكنهم الدخول لخط بطول ملمتر. احسبوا حجم اثنان من بينهم، وأكمِلوا الجدول:

كائنات حيّة دقيقة	قُطر/طول (بالملمتر)	قُطر/طول (بالميكرومتر)	عدد الأشياء التي من الممكن إدخالها لقُطر بطول ملمتر
خميرة 	0.08		$\frac{1}{0.08}$
فيروس إنفلونزا الخنازير 		0.08-0.12	
جرثومة قُرحة المعدة (طول)		قيسوا الطول بحسب المقياس المُشار إليه في الصورة الذي طوله 2 ميكرومتر.	
براميسيوم (طول) وبداخلها طحالب خضراء 		قيسوا واحسبوا بحسب المقياس المُشار إليه في الصورة، الذي طوله 20 ميكرومتر.	

تجربة 2: الكائنات الحيّة الدّقيقة من خلال المَجْهر

أين يُمكن بحسب رأيكم إيجاد الكائنات الحيّة الدّقيقة في جسم الانسان، وما هي الشروط التي تُمكّن نُموّها؟
هل حسب رأيكم هذه الكائنات الحيّة الدّقيقة مُفيدة أم مُضرّة للإنسان؟

مرحلة أ: مشاهدات

أ. الكائنات الحيّة الدّقيقة في الأسنان،

- قوموا بتقطير قطرة ماء على الزُّجاج الحامِل.
- خُذوا مسواك أسنان نظيف، أدخِلوه بحذر بين الأسنان، وبعد ذلك اغمسوا طرفهُ بقطرة الماء الموجودة على الزُجاج الحامل، ووزّعوا جيدًا مُحتواه داخل القطرة. يُمكنكم إضافة قطرة مثيلين أزرق.
- غطوا بغطاء زُجاجي.
- شاهدوا بواسطة المَجْهر بتكبير صغير. من الممكن أن تُميّزوا بقايا الطعام، التي جزء منها كبير نسبيًا. حاولوا إيجاد منطقة التي لا تحتوي على بقايا الغذاء، وحاولوا تمييز خلايا أصغر.
- قوموا بتصوير نتائِجَكُم بواسطة تقريب الكاميرا إلى عدسة عين المَجْهر.

1. صِفوا نتائِجَكم بكلماتكُم وارسموا عدد من الخلايا المختلفة التي قُمتم بتمييزها، أو أشيروا على سطح الصورة التي قُمتم بتصويرها إلى أنواع الخلايا المختلفة.
2. أمامكم صورة لبكتيريا الأسنان في المجهر الإلكتروني. بماذا تختلف نتائِجَكم في المختبر عن صورة المجهر الإلكتروني بتكبير 6000X؟

3. ما هي الشروط التي تُمكّن تكاثُر الكائنات الحيّة الدّقيقة في الفَم؟
4. أُدخلوا إلى مواقع شركات معجون الأسنان أو اقرؤوا المعلومات المُرفقة للعبوات. اختاروا أحد المنتجات لنظافة الفم (معجون أسنان، مياه الفم، فرشاة الأسنان، خيط الأسنان وهكذا)، واشرحوا كيف يُؤثّر على الكائنات الحيّة الدّقيقة في الفم.
5. هل الكائنات الحيّة الدّقيقة التي في الفم مُضرّة بحسب رأيكم للإنسان؟ اشرحوا.

رابط للتوسُّع: בר- ניר, דרור) 2009 (על חיידקים ועששת - מבט היסטורי ובוטני: מה לאלכסנדר מוקדון והרכב החיידקים בפה שלנו? " Dental " גיליון 8, עמ' 60-61 https://tinyurl.com/micro-asheshet

---

6 يجب مُلائمة التجربة لتعليمات الأمان المُحتلنة لوزارة المعارف في الرابط https://tinyurl.com/chozer-mankal

ب. كائنات حيّة دقيقة في الماء[7]

1. أين يُمكِن بحسب رأيِكُم إيجاد كائنات حيّة دقيقة في الماء، وما هي الشروط التي تُمكِّن نُموّها؟
2. هل هذه الكائنات الحيّة الدّقيقة، بحسب رأيكم، مُفيدة أم مُضِرّة للإنسان؟

سنُشاهد في هذه التجربة مياه مُستنقع، مياه جدول، مياه عَين، أو مياه خزّان ماء. بالإضافة لهذا يُمكن مُشاهدة مياه حوض السمك. من المُفضّل أخذ عيّنة من أسفل حوض السمك أو من الفلتر. يُمكن أخذ عيّنة بواسطة إدخال وعاء مُعيّن إلى الماء، أو عيّنة من مكان مُعيّن بواسطة مِحقنة، أو إدخال شبكة بلانكتون إلى الماء.

الأدوات المطلوبة: مَجْهر، زُجاج حامِل، زُجاج حامِل مع فتحة، زُجاج للتغطية.

أ. تحضير مُسطّح (بيوفيلم) لمُشاهدة الكائنات الحيّة الدّقيقة

تعيش كائنات حيّة دقيقة عديدة في تجمُّعات التي تُنتِج طبقات مُلازمة لسطح صلب (بيوفيلم). سنُحاول في هذه التجربة، إنتاج طبقة كهذه، ومُشاهدة الأصناف المُختلفة التي تعيش فيها.

الأدوات المطلوبة: زُجاج حامل وزُجاج تغطية، أدوات واسعة مُلائمة لنضع عليها عدّة زُجاجات حاملة.

- ضعوا 2 – 4 زُجاجات حاملة في أسفل الوعاء بحيث لا تتلامس الواحدة مع الأخرى.
- صُبّوا ماءًا من العيّنة التي جمعتوها بارتفاع 2 – 3 سم على الأقلّ، وغطّوا الوعاء.
- بعد 18 – 24 ساعة أخرجوا الزُّجاجة بِحَذر وامسحوا أسفلها بواسطة ورق ماصّ.
- ضعوا زُجاج تغطية طويل، أو زُجاجتا تغطية عاديتان على الزُّجاجة الحامِلة.
- شاهدوا في المَجْهَر بمقدار تكبير مختلف، وحاولوا التمييز بين الكائنات المُختلفة.
- صوّروا وارسموا كائنات مُختلفة، وحاولوا أن تفحصوا هل تنتمي لإحدى المجموعات الموصوفة لاحقًا.

ب. بلانكتون - كائنات حيّة دقيقة التي "تعوم" في الماء

أمامكم عدّة طُرُق لتحضير عيّنات ماء ذو كمية كائنات حيّة دقيقة مُركّزة للمُشاهدة:

- صَفّوا العيّنة بواسطة شبكة بلانكتون.
- صَفّوا العيّنة بواسطة ورق الترشيح المُعطى في المحقان.
- افصلوا الأنابيب، مع العيّنات، بواسطة القُوّة الطاردة عن المركز بسرعة منخفضة لمدّة خمس دقائق، وشاهدوا الكائنات الحيّة الدّقيقة التي تجمّعت في الراسب
- أوقفوا العيّنة في أنابيب مُدرّجة أو أنابيب واسعة لعدّة ساعات واسحبوا عيّنة الراسب من أسفلها بواسطة قطارة باستر. ضعوا قطرة ماء على زُجاجة حاملة، من المُفضّل مع راسب، وغطّوها بواسطة زُجاج تغطية.

شاهدوا من خلال المَجْهر بواسطة تكبير قليل، ومن ثمّ بواسطة تكبير بمقدار أكبر، وحاولوا تمييز الكائنات المُختلفة.

1. صوّروا مشاهداتكم المَجْهريّة
2. أُرسموا وصِفوا الكائنات الحيّة الدّقيقة التي شاهدتموها.
3. في حال استعملتُم طُرُق مُختلفة لتحضير الشّرائح (مُستحضرات للمُشاهدة في المَجْهر)، صِفوا الفروق بينهُم.
4. حاولوا تمييز الكائنات الحيّة الدّقيقة بالتلاؤم مع المجموعات الموصوفة في الصفحة التالية.
5. ابحثوا عن معلومات في المكتبة أو في الانترنت بالنسبة لأحد الكائنات التي شاهدتموها، واكتبوا كيف يُلائم بيئتِه.

---

7 يعتمد بالأساس على: Mark Gallo, Microbial Discovery Activity: Pond Scum: Investigating. Microorganisms American Society for Microbiology, Education Department

يجب مُلائمة التجربة لتعليمات الأمان المختلفة لوزارة المعارف

تمييز الكائنات الحيّة الدّقيقة

أمثلة لمجموعات كائنات حيّة دقيقة التي يُمكن إيجادها في بِرَك المياه (بلانكتون)

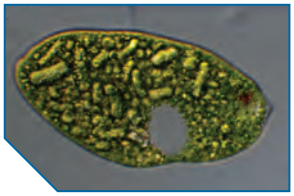
بكتيريا خضراء التي تقوم بعملية التمثيل الضوئي، البكتيريا الزرقاء التي تظهر كخلايا أُحاديّة، تجمُّعات أو سلاسل. حجم خليّة أُحادية هو ميكرومترات صغيرة.

كائنات أُحاديّة الخلايا. مثال:

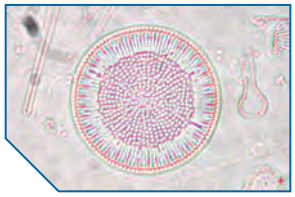
أميبا 23-30µ

براميسيوم 100-300µ

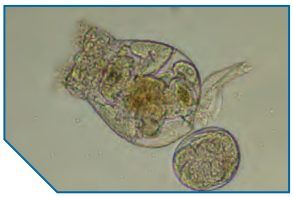
طحالب يوغلينية 30-60µ



الطّحالِب البحريّة (الدّياتوم) حجمها عشرات الميكرومترات:

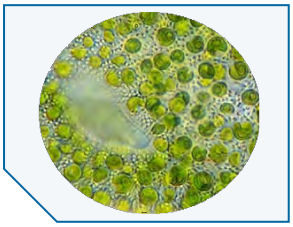


لدوّرات 100-1000µ

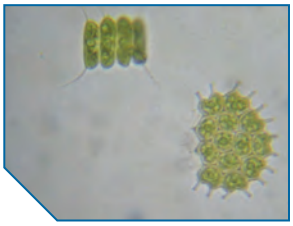


طحالب خضراء

أُحاديّة الخلايا مثل كلوريلا 10µ



طحالب خضراء " اليخضورات" 10-20µ



توسُّع: بحث الكائنات الحيّة الدّقيقة

بعد أن تعرّفتُم على كائنات حيّة دقيقة مُختلفة، تستطيعون بحث أسئلة التي تهمُّكم. مثال:

- هل تحتوي عيّنات من مناطق مُختلفة في بيت النُّمو على أصناف مُتشابهة من الكائنات الحيّة الدّقيقة؟
- هل توجد فروقات بين التجمُّعات السُكّانيّة للكائنات الحيّة الدّقيقة التي تنتظِم في طبقات البيوفيلم مُقارنةً بالكائنات الحيّة الدّقيقة التي تعيش بِشكل حُرّ في المُعلّق؟
- هل في جميع مناطق بيت النُّمو تُوجد نفس الكميّة من الكائنات الحيّة الدّقيقة؟ اشرحوا.
- هل يُمكن إيجاد فروقات في عدد أو تنوُّع الأصناف بين النهار والليل وبين فُصول السنة؟

تخطيط تجربة

خطّطوا تجربة التي تفحص تأثير عامل مُعيّن على الكائنات الحيّة الدّقيقة. أكتبوا تخطيط التجربة بحسب البنود التالية:

أ. ما هو سؤال البحث الذي اخترتم بحثه؟ [من الأفضل صياغة السؤال بالطريقة التالية: ما هو تأثير العامل المُؤثِّر (مُتغيّر غير مُتعلّق الذي نُعبِّر عنه في محور – X) على العامل المُتأثِّر (مُتغيِّر مُتعلِّق الذي نُعبِّر عنه في محور – Y)؟

ب. ما هي فرضيّتُكُم (أي – ماذا تتوقّعون أن يكون تأثير العامل المُؤثِّر على العامل المُتاثِّر في تجرِبتكم)؟

ج. قارنوا بين العيّنتيْن. حدِّدوا أي منها هو التجربة وأيّها هو الضابط/ المقارنة.

د. أطلبوا موافقة المُعلِّم، ونفِّذوا التجربة.

هـ. حضِّروا جدولاً تصِفون به الفروقات بين العيّنتيْن التي شاهدتموها.

و. أكتبوا استنتاجات: بحسب نتائِجكم، ما هي الإجابة لسؤال البحث؟

ز. اشرحوا كيف يمكن تحويل اقتراحكم لإجابة مُؤكّدة أكثر.

تصنيف الكائنات الحيّة الدّقيقة

تُصنَّف اليوم الكائنات الحيّة لعدة مجموعات التي تُسمّى ممالك (كما يظهر في الرسم التخطيطي)، التي هي وحدات التصنيف الأكبر في عالم الكائنات الحيّة:

[لا تنتمي الڤيروسات لنظام التصنيف هذا، لأنّ مبناها بسيط وليس خليّة]

1. ابنوا قائمة للكائنات الحيّة الدّقيقة التي تعرّفتم عليها في هذا الفصل. صنِّفوهم للمَمالِك المُختلفة. استعينوا بالشبكة العنكبوتيّة واشرحوا التصنيف بحسب الصِّفات التي تُميِّز كُلّ مملكة.

2. بالتلاؤم حاولوا تحديد ما هو المُشترك، لجميع الكائنات الحيّة الدّقيقة؟

تلخيص الفصل

- تشمل الكائنات الحيّة الدّقيقة عدّة كائنات مَجْهريّة التي تنتمي لمَمالك مُختلفة.
- جزء منها مُفيد والآخر مُضِر للإنسان
- المُميّز الأساسيّ لهذه الكائنات هو حَجمُها الصغير الغير مرئي بالعين المُجرّدة (مقدار ميكرومترات)

روابط للتوسُّع

- תמר זהרי (2004) פיטופלנקטון בכינרת, חקר ימים ואגמים לישראל https://tinyurl.com/micro-kinneret
- סרט: (2009) NASA המכונות הירוקות שבים, תורגם ע"י מכון דוידסון https://tinyurl.com/micro-nasa
- סרטון: The Hidden Life in Pond Water https://tinyurl.com/micro-pond
- דינה וולודרסקי (2008) על קרומי חיידקים וכיצד להילחם בהם. גליליאו, גיליון 116, עמ' 64-68 https://tinyurl.com/micro-biofilm

فصل 1: الميكروبيوم

كيفما رأينا في المُقدّمة، تتواجد التجمُّعات السكّانيّة للكائنات الحيّة الدّقيقة في كُلّ مكان: في التربة، في الماء، في الهواء، وداخل جِسم الكائنات الحيّة. وبالفعل، تُغطّي جسمنا ملايين الكائنات الحيّة الدّقيقة من الداخل ومن الخارج: في الجِلد، في الفم، في الجيوب الأنفيّة، في الحلق، في المعدة، في الأمعاء، في الأعضاء التناسُليّة وفي أماكن إضافيّة. يتطرّق المُصطلح ميكروبيوم لجميع الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة في كائن حيّ مُعيّن. جُزء كبير من هذه الكائنات الحيّة الدّقيقة هو بكتيريا. يوجد لكُل إنسان تركيبة كائنات حيّة دقيقة خاصّة به. تُؤثّر هذه التركيبة على الفروقات بين الأشخاص مثلاً في الميل إلى السُمنة، التفاعل مع الأدوية وغيرها. فهم تأثير الميكروبيوم على الجسم، من المُحتمل أن يُساهِم في تطوير مُعالجات طبيّة مُلائمَة بشكل خاص للأشخاص.

1. أمامكم عدّة ظواهر التي تُمثّل التنوُّع الواسع للكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة في جسم الإنسان. بماذا يُمكن أن تُساهم أبحاث الميكروبيوم الموصوفة في الأمثلة التالية؟

تسوُّس الأسنان

تُنتِج بقايا الطّعام، وبالأخصّ السُكّريّات، في منطقة الأسنان شروط مُلائمة لتطوُّر أصناف بكتيريا عديدة. يَستعْمِل جُزء صغير من أصناف البكتيريا السُكّر ويُنتِج بواسطته حامِض الذي يُصيب طِلاء السّن ويُنتِج "ثُقوب". في المراحِل الأولى من التعفُّن لا يوجد إشارات خارجيّة للتسوُّس، لكنّ التعفُّن ينتشِر أسرع في المادة الليِّنة من السِّن حتّى عَصَب السِّنّ، ويُسبِّب الآلام.

وُجِد على الأقل 750 صِنف من الكائنات الحيّة الدّقيقة، والتي تشمل البكتيريا، وأيضًا خمائِر، في فراغ الفم، اللثّة، في الأسنان واللُّعاب. أغلبُها تمنع تكاثُر البكتيريا مُسبِّبَة الأمراض. أصناف قليلة تُسبِّب التسوُّس وأمراض اللثّة.

في المُستقبل، يُمكن أن يستطيعوا إنتاج مياه فم الذي يحتوي على بكتيريا التي تُحافِظ على الأسنان. حاليًا نحن نعرِف أن نمنع التسوُّس بواسِطة تقليل استهلاك السُكّر وتنظيف الأسنان صباحًا ومساءًا.

الميكروبيوم والسُكّري

مَرَض السُكّري هو أكثر شيوعًا الآن من الماضي، ويرجع ذلك جُزئيًا إلى تغيير النظام الغِذائي الذي يتضمّن الآن المزيد من السُّكر والدُهون.

يؤثّر تغيير الغذاء على الميكروبيوم في الأمعاء.

في بحث الذي فَحَص مرضى سُكّري ذوي وزن فائِض الذين حصلوا على بكتيريا من أشخاص أصحّاء ونُحفاء، وُجِدت قيم مُنخفضة أكثر للسُكّر في الدم لدى مرضى السُكّري بعد ستة أسابيع من العِلاج.

هُنالك أبحاث تُظهر علاقة بين تناول المُضادات الحيويّة في الطفولة وزيادة إنتشار السُكّري من نوع 1

تأثير المُضادّ الحيويّ على تجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة

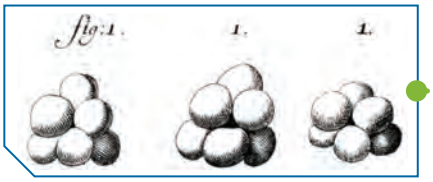
عِلاج الأمراض بالمُضادّات الحيويّة هو ضروري أحيانًا وحتّى أنّهُ يُنقِذُ الحياة. مع هذا، من المُمكِن أن تضُرّ المُضادّات الحيويّة ليس فقط مُسبّب المَرَض، وإنّما أيضًا بالبكتيريا الموجودة في الجهاز الهضميّ، الضروريّة لعملِهِ السّليم. الأعراض الجانبيّة التي تنجُم عن العِلاج بالمُضادّات الحيويّة تنجُم عن تشويش الاتّزان في تجمُّع البكتيريا في الجِهاز الهضميّ للإنسان. عِلاج بواسطة استهلاك بكتيريا بروبيوتيكية التي مصدرُها اللّبن أو حُبوب التي تحتوي على بكتيريا من المُمكن أن يُعيد بناء التجمُّع فقط بشكل جُزئي، لأنّ هذه ليست سوى عدد قليل من البكتيريا التي في الجهاز الهضمي. يُحاول الباحثون تطوير تقنيّات لتنمية خليط مُعقّد من البكتيريا المعويّة في المختبر، لعلاج الأمراض المعويّة التي تُسبِّبُها المُضادّات الحيويّة بشكل ناجِع.

توسُّع: إكتِشاف الميكروبيوم

مُؤخّرًا فقط بدأ الباحثون أن يكونوا على دراية بالتجمُّعات السُكّانيّة للكائنات الحيّة الدّقيقة هذه، التي تُؤثِّر على الأسنان. حتّى نفهم لماذا، من المُهم أن نعرف الطُّرُق التي بحثوا فيها الكائنات الحيّة الدّقيقة (وخصوصًا البكتيريا) على مدار التاريخ.

1673

طَوَّرَ أنطوني فان - لفنهوك مَجهر الذي أعطى إمكانيّة تمييز الكائنات الحيّة الدّقيقة



رسم فان - لفنهوك بالإعتماد على مُشاهدته في المجهر الضوئي

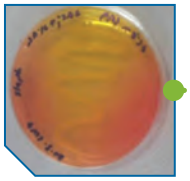
القرن الـ - 19

وجد لوي ياستر وروبرت كوخ علاقة بين البكتيريا والأمراض

عمل روبرت كوخ في إكتشاف العلاقة بين البكتيريا والأمراض

من القرن الـ 19 وحتّى اليوم

تَنمية البكتيريا في السُنبت، الصَبْغ والفحص المجهري، ينتجون تمييز البكتيريا، **لكن لا يمكن تنمية كل بكتيريا في المختبر!**



طريقة تنمية البكتيريا في وسط غذاء خاص لتمييز البكتيريا

بدءًا من سنوات 1990

بدؤا يتمييز البكتيريا بحسب تسلسل الـ DNA بدون إنتاجه لتنمييها في المختبر

إستعمال الـ DNA لتمييز البكتيريا التي لا يمكن تنميتها في المختبر

اكتشاف تكنولوجيّ، النّاجِم عن الطُّرُق التي طُوّرَت لأجل مشروع الجينوم البشريّ في سنوات الـ- 90، مكّن من تمييز وتشْخيص بكتيريا مُنفردة بكميّات قليلة، بواسطة تمييز الـ - DNA الخاصّ بها، دون الحاجة لتنْمِيتها في المُختبر. تُمكِّن الطُّرُق الحديثة من معرفة آلاف الأصناف من البكتيريا التي لم تكُن هويّتُها معروفة حتّى السّنوات الأخيرة. يُوسِّع إكتشاف الميكروبيوم فهمُنا بالنسبة لأهميّة الكائنات الحيّة الدّقيقة في حياتِنا.

1. ابتداءًا من إكتشاف الكائنات الحيّة الدّقيقة وحتّى إكتشاف الميكروبيوم مرّ فوق الثلاثمائة سنة. صِفوا ما هي مُساهمة كُل واحدة من المراحل التي وُصِفَت لمعرفة الميكروبيوم.
2. ما هي تقييدات العلم في كُل مرحلة، وكيف نتج، بحسب رأيكم، التقدُّم المُفاجيء؟
3. ماذا، بحسب رأيكم، من المُمكن أن يُساهم في تطوير هذا المجال من البحث؟

تجربة 3: ميكروبيوم في جِسم الإنسان

1. كيفما تعلّمنا، تُوجد كائنات حيّة دقيقة كثيرة في جسمنا. هل تتوقّعون إيجاد نفس الأصناف من الكائنات الحيّة الدّقيقة في كُل مكان من الجسم؟ هل ستجدون اختلافات بين الأشخاص المُختلفين؟ **اشرحوا فرضيتكم:** ما الذي يُؤدّي، بحسب رأيكم، لإيجاد نفس الأصناف، أو أصناف مُختلفة من الكائنات الحيّة الدّقيقة في أماكن مُختلفة من الجسم، أو لدى أشخاص مُختلفين؟

اختاروا للتجربة مناطق مُختلفة من جِلْد جِسمِكُم للعيّنة، والتي تتوقّعون فيها وجود بيئة مُختلفة (أمثلة لمناطق التي يُمكنكم بحثها: سطح اليد، كفّ اليد، بين الأصابع، الرُكبة، الجَبين، منطقة خلف الأذن وهكذا). **حتّى تمتنعوا من تنمية كائنات حيّة دقيقة مُسبِّبَة للأمراض يجب عدم أخذ عيّنات من داخل الجِسم** (مثل الأنف، الفم، الأذنين، العيون وهكذا). يجب مُلائمة مصادر العيّنة لتعليمات الأمان المحتلنة لوزارة المعارف في الرابط https://tinyurl.com/chozer-mankal

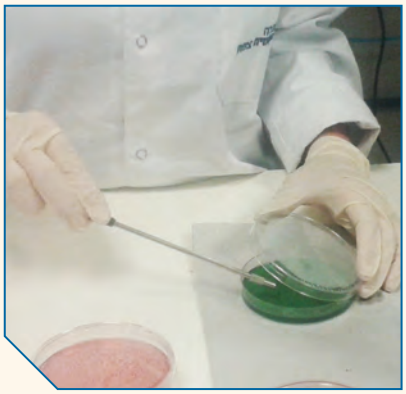
كيفما تعلّمنا، لا يُمكن تنمية أصناف عديدة من الكائنات الحيّة الدّقيقة في المُختبر. بالرغم من هذا التقييد، سنُحاول تنمية عدّة أصناف في شروط وَسَط من الغذاء الغنيّ. سنستعمل وَسَط التنمية آجار مُغذّي، الذي يحتوي على مواد مُلائمة لتنمية بكتيريا عديدة، مثل: خُلاصة لحم البقر، خُلاصة الخميرة، الزلال، الملح. حتى تكون التنمية في صحن على سطح صلب نُضيف آجار، الذي هو مادة يتم انتاجها من الطحالب، شبيهة بالجيلاتين.

الموادّ والأدوات

2 صحون بتري التي تحتوي على آجار مُغذّي (Nutrient agar NA)
2 محارِم ورقيّة مُعَقّمَة أو قشّة أذنين
قلم غير قابل للمحي

طريقة العمل:

1. سجّلوا على طرف الصحون بواسطة القلم الغير قابل للمحي، في جهة الآجار وليس على الغطاء: اسمكم، والمنطقة من سطح الجِسم التي ستأخذون منها العيّنة.
2. امسحوا جِسمِكُم بواسطة المحارِم الورقيّة المُعقّمة، أو قشّة أذن.
3. افتحوا غطاء صحن البتري الموجود به الآجار المُغذّي، بشكل جزئي، لزمن قصير جدًا، وقوموا بزرع الكائنات الحيّة الدّقيقة التي جمعتموها عن طريق "الرسم" بواسطة المحارِم الورقيّة المُعقّمة أو القشّة، بحيث ترسمون شكل أفعى، طويلة قدر الغمكان (أنظروا الصورة)، وغطّوا الصحن مباشرةً بواسطة الغطاء.



في الصورة: زَرْع بشكل أفعى (كُل نقطة في الصحن هي مُستعمرة التي نتجت من تكاثر جرثومة واحدة).

يتمّ العمل في علم الأحياء الدّقيقة في شروط مُعقّمة حتّى يتمّ منع التلوُّث بواسطة كائنات حيّة دقيقة أخرى، والتي غير مرغوب تنميتها. حافظوا على تعقيم المحارِم الورقيّة المُعقّمة / القشّة. يجب تنفيذ عملية زرع الكائنات الحيّة الدّقيقة في زمن قصير، حتّى يتم تقليل تعرُّضها لمُلوِّثات. بالإضافة لهذا من المُفضَّل العمل بِقُرب نار (مثل موقِد غاز) حتّى يتم إنتاج هواء نظيف أكثر في منطقة العمل.

4. ننقُل الكائنات الحيّة الدّقيقة التي زرعناها في الصحن إلى الإينكوباتور لمُدّة 24 ساعة في 037- أو نقوم بإيقافها في درجة حرارة الغرفة لمُدّة أسبوع.

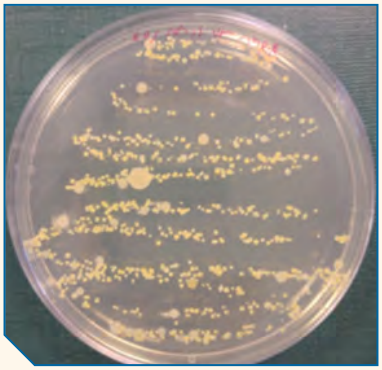
تتكاثر الكائنات الحيّة الدّقيقة خلال الزمن الذي بعد عملية الزرع، وتنتُج مُستعْمرات التي تحتوي على ملايين الكائنات الحيّة الدّقيقة. مصدر جميع الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة في نفس المُستعْمرة هو في الفرد الواحِد الذي تكاثروا منه.

في الدرس التالي افحصوا المُستنْبتات (**بدون أن تفتحوها!!**):

- صوِّروا كل واحد من الصحون وعبِّئوا الجدول:

تمييز الكائنات الحيّة الدّقيقة من مناطق الجِلد المُختلفة

كائنات حيّة دقيقة	منطقة أ: _____	منطقة ب: _____
تصوير الصحون		
لون المُستنْبتات		
شكِل جوانِب المُستنْبتات		
حجِم المُستنْبتات		
بريق وشفافيّة		



1. لخّصوا النتائج: هل رأيتُم فروق بين المُستنْبتات المأخوذة من مناطق الجِلد المُختلِفة؟
2. هل نجحتُم، حسب رأيكم، في تنمية جميع أصناف الكائنات الحيّة الدّقيقة التي كانت في نفس الوقت على سطح منطقة العيّنة؟ إذا لا، لماذا؟
3. قارنوا النتائج مع أصدقائكُم في الصّفّ. هل رأيتُم اختلافات بين الأصدقاء أو بين مناطق الجِلد المُختلِفة؟
4. ما هي العلاقة بين الاختلافات في تجمُّعات البكتيريا بين مناطق الجِلد المُختلفة، أو بين الأشخاص المُختلفين، وبين التلاؤم الموجود في الطبيعة بين الكائن الحيّ الدقيق وبيئتِه؟

روابط للتوسُّع

- "המדען הכי קרוב לצלחת" על המצאת שיטת גידול החיידקים בצלחת פטרי
  https://tinyurl.com/micro-petri

تطوُّر الميكروبيوم في جسم الإنسان[8]

جنين الإنسان مُعقّم تمامًا. خلال فترة قصيرة فإنّه يخزِن آلاف الأصناف من الكائنات الحيّة الدّقيقة، في كُل ميلمتر، خارج الجِسم وداخله. تتطوّر وتتغيَّر خلال حياة الإنسان تجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة. سنتعرَّف في هذا الفصل على المراحل الأساسيّة في تطوُّر الميكروبيوم:

الولادة تتأسّس خلال عملية الولادة تجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة (بالأساس البكتيريا) البدائيّة في جسم الوليد. الإنتقال من الرحم، إلى المهبَل وإلى خارج جسم الأم، يُغطّي الوليد بطبقة من الكائنات الحيّة الدّقيقة. تتضمّن أصناف التي تُساعِد في هضم الوجبة الأولى للطفل. الأطفال التي تُولَد في عمليّة قيصريّة تحتوي على أصناف مُختلِفة من الكائنات الحيّة الدّقيقة. وُجِدَت اختلافات في أصناف الكائنات الحيّة الدّقيقة بين الأطفال الذين يُولدون في المُستشفى وأولئك الذين يُولدون ولادة بيتيّة.

ستة أشهر الحياة الأولى خلال الأشهر الأولى يستمرّ "استيطان " أصناف جديدة في جسم الطفل. مع مرور الزمن يُصبِح هنالِك "تخصُّص" لكائنات حيّة دقيقة في مناطق مُعيّنة في الجسم، والتي تنتُج من شروط مُختلِفة في المناطق المُختلِفة، مثلاً الفرق بين العُنُق واليد، والفم بالتأكيد. وُجِدت هنالِك اختلافات بين اليد اليمنى واليد اليسرى. يُوجد للتغذية تأثير كبير على تركيبة البكتيريا في الجهاز الهضمي. أطفال الثدييات تحتوي على أصناف كائنات حيّة دقيقة تختلِف عن الأطفال التي تتغذّى من بدائل حليب الأم ومن الغذاء الصلب.

السّنوات الثلاث الأولى يحدُث إرتفاع في عدد الأصناف. مثلاً من مِئة صِنْف في الأمعاء حتّى آلاف الأصناف لدى البالغين. يعْكِس جُزْء منها عادات التغذية. لدى الأطفال حديثي الولادة يتم إنتاج الفيتامين الحيويّ المُسمّى حامض الفوليك بواسطة بكتيريا الأمعاء وهكذا يُعتَبر مُضاف طبيعي لِغِذائهم. في المُقابل لدى البالغين، الذين يحصُلون على حامض الفوليك من الغذاء، تُوجد الكثير من البكتيريا التي تستهْلِك بنفسِها حامض الفوليك. يُوجد للعائلة تأثير كبير على الميكروبيوم. هنالِك تشابُه أكبر بين أفراد العائلة مِن بين الأغراب. يُصبِح هنالِك تشابُه بين البشر في أنواع الكائنات الحيّة الدّقيقة التي تُكوّن الميكروبيوم لديهم مع تقدُّمِهم في العُمر.

من جيل الثالثة وحتّى البلوغ تثبُت تجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة، وتُصبِح مُميِّزة للإنسان. تحدُث تغييرات في الميكروبيوم خلال السّنوات بتأثير الأمراض، أخذ المُضادات الحيويّة، تغييرات التغذية والتوتُّر. مع هذا، هنالك ميْل للرجوع للحالة الأساسيّة. تغييرات في جيل المُراهقَة من المُمكن أن تُؤثِّر على دُهنيّة الجِلد، والتي تتمثّل في تركيبة الميكروبيوم، وهكذا أيضًا الحَمل وسِنْ اليأس.

الشيخوخة يقلّ مع الشيخوخة عدد أصناف الكائنات الحيّة الدّقيقة، وتقلّ الاختلافات في تركيبة الميكروبيوم بين الأشخاص المُختلفين.

1. حضّروا رسمًا الذي يصِف تطوّر الميكروبيوم لدى الإنسان. اختاروا كيف يُمكن الإشارة للإختلافات في تنوُّع الأصناف بين مراحل الحياة المُختلِفة أو بين الحالات المُختلِفة.
2. أيّة أسئلة تُثير إهتمامكم بالنسبة للميكروبيوم؟

8 The Genetic Science Learning Center at The University of Utah: Human Microbiome https://tinyurl.com/micro-utah

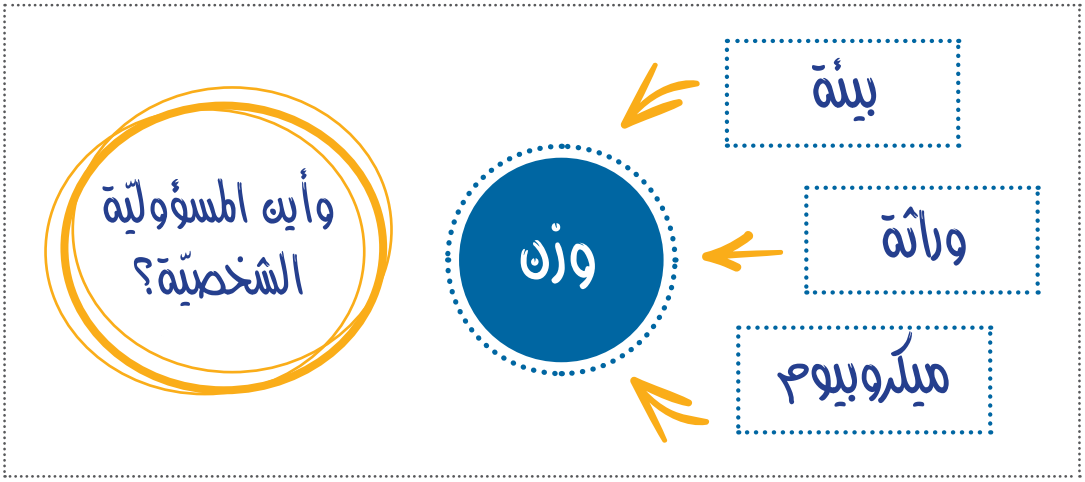
اختاروا سؤالاً من بين الأسئلة التي طرحتموها. أكتبوا كيف يُمكن بحثُه حسب رأيكُم.

- ابحثوا في الشبكة العنكبوتيّة عن معلومات التي يُمكن أن تُساعدكُم في بحث السؤال. افحصوا في بحثكُم مِصداقيّة المعلومات التي وجدتُموها بالتلاؤم مع المعايير التي تعلمتُموها: سُلطة الهيئة الناشِرة، سُلطة المؤلِّف، موضوعيّة وحتلنة. يُمكِنُكم البحث عن معلومات مثلاً في المواقع الإخبارية، مواقع العلوم الشائعة، مواقع طبيّة وأيضًا في الروابط التي تظهر في نهاية الفصل.
- لخّصوا الأفكار والمفاهيم التي نتجت من المعلومات التي جمعتُموها.

3. بأيّة طُرُق يُمكن إستغلال المعلومات بالنسبة لتجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة التي تُحيطنا، لتحسين جودة حياتنا؟

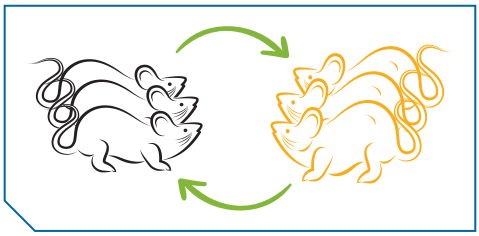
عن السُمنة، الميكروبيوم والمسؤولية...

الإدراك أنّ بكتيريا الجهاز الهضميّ ليست "مُستأجرة" في جِسْمنا وإنّما جزءًا منه، جعلت الكُتّاب في الصُحُف يكتبون جُملاً مِثل "نحنُ = البكتيريا خاصّتُنا". فكرة التي تعكِس الإدراك أنّ الإنسان يتكوّن من خلايا بشريَّة وكائنات حيّة دقيقة معًا. تُضيف هذه الفكرة بُعدًا جديدًا لتوجُّهِنا للعلاقة بين التغذية والبيئة وبين مُعطيات علم الوراثة والتصرُّفات. لأي مدى تُؤثِّر الكائنات الحيّة الدّقيقة على صِحَّتِنا، ولأيّ مدى نحن مسؤولون بتصرُّفاتنا عن صِحَّتِنا؟ سنُحاول أن نُفكّر بهذا من خلال الأبحاث التالية:



تُعتبر السُمنة خطر صحّي واضح مثلاً لأمراض القلب والسُكري. أدّى وَباء السُمنة في العالم الغربيّ، لاهتمام العديد من الباحثين بالعلاقة بين بكتيريا الأمعاء والسُمنة. وُجِدت اختلافات واضحة في تجمُّعات الكائنات الحيّة الدّقيقة بين الأشخاص النحيفين والبدينين. من المعروف أنّهُ يُوجد تأثير وراثيّ على السُمنة، لكن في السّنوات الأخيرة أُضيف له أنّهُ يُوجد تأثير لبكتيريا الأمعاء.

نصف عدّة أبحاث:

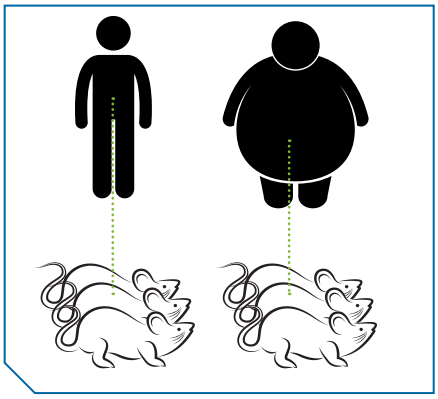


أ. نقَلَ باحثون[10] بكتيريا أمعاء من فئران نحيفين إلى فئران بدينين، والذين لديهم ميْل وراثي للسُمنة. بعد عملية الزرع لاحظوا انخفاض بالوزن لدى الفئران البدينة. بالإضافة إلى هذا، زَرع بكتيريا الأمعاء التي مصدرها الفئران البدينة، ذوي ميل وراثي للسُمنة، في فئران نحيفة أدّى إلى زيادة وزن الفئران النحيفة.

9 פעילות להערכת אמינות מידע https://tinyurl.com/micro-aminut

10 Turnbaugh, P. J., Ley, R. E., Mahowald, M. A., Magrini, V., Mardis, E. R., & Gordon, J. I. (2006). An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest. nature, 444(7122), 1027-131.

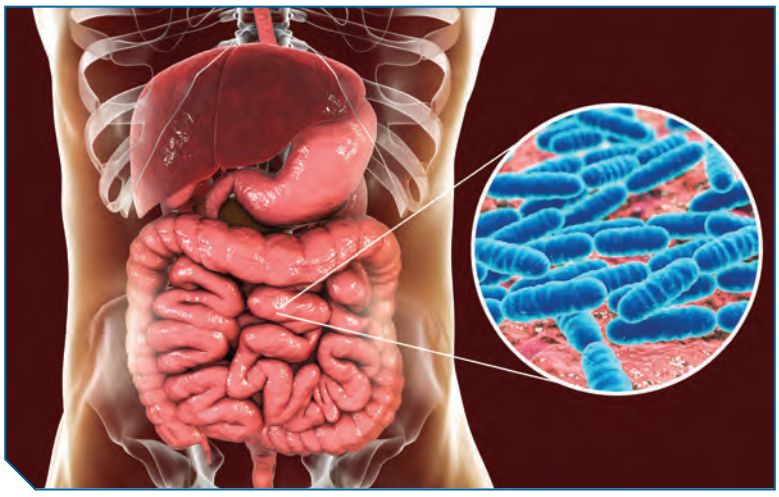
ب. وَجَد باحثون[11] أزواج توائم متشابهة، أحدهم نحيف، بينما يُعاني الآخر من سُمنة مُفرِطة. تمّ زرع بكتيريا من توائم مُتشابهة كهؤلاء في فئران. حصل جميع الفئران على نَفْس الطعام. وُجِدَ بعد خمسة أسابيع أنّ وزن الفئران التي أخذت البكتيريا من التوأم السمين كان أكبر بـ-20% بالمُعدّل من وزن الفئران التي حصلت على البكتيريا من التوأم النحيف.



ج. تُحاوِل أبحاث عديدة أن تفهم دَوْر الكائنات الحيّة الدّقيقة في السُمنة. لا زالت المعرفة العلميّة في الموضوع في بداية الطريق. وُجِدَ في أحد الأبحاث أنّ البكتيريا المُختلِفة تستغلّ بطريقة مُختلِفة الغِذاء الذي يصل إلى الأمعاء. من المُمكن أن تؤثِّر هذه الحقيقة على إمتصاص مُختلِفْ لنواتج الهضم في الجسم. لدى الأشخاص ذوي تركيبة كائنات حيّة دقيقة مُختلِفة الذين يأكلون نفس الغِذاء، سيتم إمتصاص موادّ مُختلِفة من الأمعاء، التي تُؤثّر بطريقة مُختلِفة على وزنِهِم.

1. تساعدوا بالرسوم التخطيطيّة وابنوا مُخطّطًا لكُل واحد من الأبحاث التي وُصِفت في البنود أ، ب:
   - على المُخطّط أن يصف مراحل التجربة والنتائج.
   - أشيروا في مُخطّط كُل تجربة لمجموعة التجربة، مجموعة الضابط، والنتائج.

تذكير:
مجموعة التجربة – مُعالجات التي تفحص العامل المُؤثِّر
مجموعة الضابط – مُعالجة التي نُقارنها لمجموعة التجربة، مُشابهة بشروطها لمجموعة التجربة، ما عدا العامل المفحوص
نتائج – المُعطيات والنتائج التي وُجِدت في التجربة.



2. ما هي مُساهمة بحث (ج) للمعرفة العلميّة في الموضوع؟
3. في المقال الذي في الرابط: איתי להט, "זו לא אשמתכם" (כלכליסט, 06.03.14) كتبَ أحد المُعقِّبين على المقال: "سبب السُمنة هو واحد ووحيد. الكسل: كسل للتمرُّن، كسل لتحضير واستهلاك غذاء صحّي، كسل للتعلُّم عن أسباب السُمنة. لا تكونوا كسالى وسترَوْن أنكم ستكونون نحيفين". ما هو رأيكم بالنسبة لهذا التحديد؟ سجِّلوا إدّعاء: تحديد وتفْسير.
https://tinyurl.com/micro-hashmana

11 Ridaura, V. K., Faith, J. J., Rey, F. E., Cheng, J., Duncan, A. E., Kau, A. L., ... & Muehlbauer, M. J. (2013). Gut microbiota from twins discordant for obesity modulate metabolism in mice. Science, 341(6150), 1241214.

تلخيص الفصل

- ✔ تتواجد آلاف الأصناف من الكائنات الحيّة الدّقيقة في البيئة وفي جِسم الإنسان
- ✔ يتطوّر التجمُّع السُكّاني للميكروبيوم في جِسم الإنسان خلال مراحِل حياته
- ✔ يُوجد لتركيبة الميكروبيوم في الجسم تأثير على الحالة الصحيّة

روابط للتوسُّع

- סואץ, יותם (2016) מכון דוידסון: הקשר מתברר: כך חיידקי מעיים גורמים להשמנה https://tinyurl.com/micro-meayim
- הארץ 04.02.2016: אמור לי מי החיידקים שלך ואומר לך מי אתה https://tinyurl.com/micro-ata
- חביב, חיים (2013) מכון דוידסון: הדיירים הנסתרים בגוף האדם, פרויקט המיקרוביום האנושי. https://tinyurl.com/micro-dayarim
- שני פרידן- גפן (2017) חיידקים זה טוב! גלובס 9.4.17 https://tinyurl.com/micro-tov
- עלון שמורת טבע (2017) 193: מכיל 4 מאמרים בנושא מיקרוביום. https://tinyurl.com/micro-alon

فصل 2: البكتيريا

ماذا يهمُّك أن تعرف عن البكتيريا؟
أكتبوا أسئلة على ورقة وأعطوها للمعلِّم /ة (تسجيل الإسم غير إلزامي).
كَوِّنوا مخزن للأسئلة التي طُرِحت في الصّفّ، حتّى تستطيعون استعمالها خلال أو في تلخيص الفصل.

تتواجد البكتيريا، كيفما تعلّمنا، تقريبًا في كُلّ مكان على سطح الكُرة الأرضيّة. هنالك بكتيريا التي تستطيع العيْش في أعماق المُحيط بدون أكسجين، وتُوجَد أُخرى التي تعيش في الينابيع الحارّة، وتُوجَد التي تعيش في المياه المالحة جدًا. ما هو المُشترك لجميع أنواع البكتيريا؟ ما الذي يُمكّنها من العيْش في كُلّ مكان تقريبًا؟
سنتعرّف في هذا الفصل على صفات البكتيريا، نعْرِف القليل من التنوُّع الموجود، نتعرّف على الأمراض التي تُسبِّبُها البكتيريا، طُرُق تشخيصُها ومُعالجتِها، إستعمال البكتيريا في الصناعة وغيرها.
في فصل المُقدِّمة قُمنا بتنْمِية الكائنات الحيّة الدّقيقة ومُشاهدتِها عَبر المَجْهر. في هذا الفصل سنتعرّف على مجموعة البكتيريا.
في المرحلة الأولى سنقوم بمُشاهدة البكتيريا بالمَجْهر الضوئيّ. حتّى تكون هنالِك إمكانيّة لمُشاهدة البكتيريا بالمَجْهر الضوئيّ يجب صَبْغُها. سَنصْبُغ البكتيريا بصبْغة التي طوّرَها الباحث الدانماركي كريستيان جرام عام 1884.

نِقاش صفّيّ:
ما هو شكل البكتيريا؟ هل جميع البكتيريا مُتشابِهة؟
بأيّة طُرُق يُمكن التمييز بين أنواع البكتيريا المُختلِفة بحسب رأيِكُم؟
حاولوا اقتراح أفكار مُختلِفة.
سنتعرّف على إحدى الطُرُق لتمييز أنواع البكتيريا المُختلِفة في التجربة التالية.

تجربة 4: صَبْغ البكتيريا

الكائنات الحيّة الدّقيقة، المواد والأدوات المطلوبة

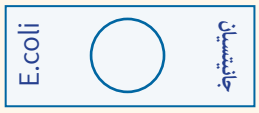
- بكتيريا (يُمكِن تحضير صَحِن تنمِية واحد من كُلّ صِنف، يَسْتعمل كُلّ زوج طُلاب مُسْتنْبَت واحِد):
  ستفيلوكوكوس ألْبوس، إشريكيّة قولونيّة, بتسيلوس سوبتيليس
- **صَبْغة:** محلول فوكسين قاعدي.
- **أدوات إضافيّة (لزوج من الطُلاب):** ماء مُقطّر، زُجاجة حاملة، قَلَم إشارة غير قابل للمحي، كأس كيميائية 250 سم^3، 2 قطّارة باستير، إبرة باكتريولوجية، موقِد غاز، مَلْقط خشبي، مَجْهر. سلّة مُهملات لتجميع مواد بيولوجيّة. قفّازات أُحاديّة الاستعمال لكُلّ طالب.

12 يمكن الحصول على هذه البكتيريا والألوان من المركز لتطوير ودعم المختبرات المدرسيّة، مدرسة التربية، جامعة بار إيلان

سير العمل

سيتم العمل في شروط مُعَقّمَة. يجب استعمال القفّازات أُحاديّة الاستعمال. يجب تطهير البكتيريا والإبرة البكتريولوجيّة أو رميها في سلّة مُهملات لتجميع المواد البيولوجيّة.

حتّى نحصُل على صورة أفضل عليكُم تنفيذ تعليمات الصبْغ بدِقّة (كميّات الصبْغة، الأوقات، غَسِل جيِّد).



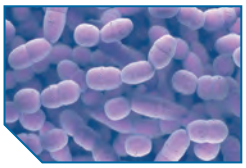
- قطِّروا إيثانول بواسطة قطّارة باستير، على الزُّجاجة الحاملة، بحيث أن تكون الزُّجاجة مُوجّهة إلى الأسفل لِداخل الكأس الكيميائية، اغسلوا ونشِّفوا جيّدًا.
- أكتبوا بواسطة القَلم اسم البكتيريا التي حصلتُم عليها (برؤوس أقلام EC, SA أو BS)، وأشيروا بدائرة (في قطر 1 سم) في الجانب **الأسفل** من الزُّجاجة الحامِلة، والتي ستُنفّذون صبْغ البكتيريا في مَرْكزِها.
حتّى لا تنْمحي الإشارة خلال العملية، **اقلبوا الزُّجاجة** لتحضير عيّنة البكتيريا.
- قطِّروا قطرة صغيرة من الماء في مركز الدائرة على سطح الزُّجاجة الحامِلة.
خذوا بواسطة إبرة بكتريولوجيّة مُسْتَنْبت بكتيريا صغير من داخل صحن البتري، ووزّعوا مُحتواها في قطرة الماء – على كُلّ سطح الدائرة التي رسمتموها.
الإبرة البكتريولوجية أُحاديّة الاستعمال يجب وضعُها في سلّة مُهملات لإخلاء المواد البيولوجيّة.
- العيِّنة: امسِكوا الزُّجاجة الحاملة من طرفِها بواسطة مِلقط خشبيّ. أنقلوا الزُّجاجة الحاملة بِحَذر فوق اللَهَبة (بدون حرقِها). العمل في لهبة النار يجب أن يكون بإشراف دقيق للمُعلِّم.
- ضعوا الزُّجاجة الحاملة على حافة الكأس الكيميائية، قطّروا محلول فوكسين قاعدي، بحيث يُغطّي الدائرة المرسومة، وانتظروا مُدّة دقيقة واحِدة.
- اغسلوا بِحَذر بالماء المُقطّر بواسطة قطّارة باستير لداخل **الكأس الكيميائية** التي أمامكُم، بحيث تكون الزُّجاجة مُوجَّهة إلى الأسفل داخِل الكأس، حتى تُصبح المياه الخارِجة من أسفل الزُّجاجة شفّافة بدون علامات صَبْغة.
- جفّفوا بالهواء.
بعد أن تكون الشّرائح **جافّة بِشكل مُطلق** تستطيعون المُشاهدة في المَجْهر.
أنظروا في البداية بتكبير صغير، لتمييز وتعيين منطقة الصّبِغ، انتقِلوا وحدّدوا التكبير الأوسط وأخيرًا التكبير الأكبر.
عندما تنجحون في رؤية بكتيريا بِشكل مُرَكّز بالتكبير الأكبر، صوّروا البكتيريا من خلال المَجْهر، صِفوا وأُرسموا النتائج.
شاهدوا صِنْفَين إضافيين من البكتيريا التي صَبَغها أصدقائكم في الصّفّ (3 أصناف بالمُجمل).
في حال وُجِدت في مُختبر المدرسة عدسات مَجْهر لتكبير X1000 تستطيعون مُشاهدة البكتيريا بواسطة زيت الانغماس. تذكّروا، يُمنَع إرجاع العَدسة لتكبير أصغر في حال وجود زيت الإنغماس. نظّفوا الزيت من العَدَسة ومن الشّرائح بواسطة ورق العدسات.

1. لخّصوا نتائجكُم بواسطة صورة، رسمة ووصف كلامي لثلاثة أصناف من البكتيريا.
2. قارنوا أصناف البكتيريا الثلاث: هل لجميعها يوجد نفس الشكل؟
3. أي معلومات حول البكتيريا لا يُمكن الحصول عليها بالطريقة التي جربتموها؟

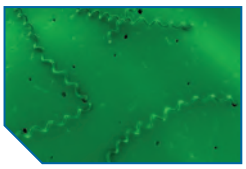
بإمكانكم التعمُّق في طُرُق الصَبْغ في الرابط التالي: ביוטכנולוגיה בפעולה, מיקרואורגניזמים, אורט, משרד החינוך
https://tinyurl.com/tzviah

في المَجْهر الإلكتروني، الذي يُمكِّننا من مُشاهدة في تكبير مُرتفع جدًا، يُمكن رُؤية تفاصيل إضافيّة.

بكتيريا السلْمنويلا التي تظْهر في الصورة تُشْبِه المُفتاح (عصا)، وفي هذا التكبير نرى أيضًا سِياط، التي تُعطيها القدرة على الحركة.
تتواجد هذه البكتيريا في بعض الأحيان في الأغذِية المُلوَّثة، من المُمكن أن تُؤدّي إلى إسهال وتقيُّؤ، وحتّى مرض حُمّى التيفوئيد والموت.



بكتيريا العقْديّة الرئويّة، تُسبّب التهاب الرئتين وفي بعض الأحيان التهاب غِشاء المُخّ، تبدو وكأنّها كُرة تظهر بأزواج أو سلاسل.



بكتيريا السبيريليوم تظهر بشكلها اللولبيّ. تَنْتمي لهذه المجموعة بكتيريا اللابتوسفيرا التي تُؤدّي إلى داء البريميات الذي ينتقل إلى الإنسان مثلاً بواسطة السباحة في مياه مُلوَّثة.

عندما ننظُر إلى البكتيريا بتكبيرات أكبر، يُمكن تمييز مبنى خلايا البكتيريا. يختلف هذا المبنى كثيرًا عن الخلايا الأخرى التي نعرِفُها، مثل خلايا جِسم الإنسان أو النباتات. خليّة البكتيريا هي ذو مبنى بسيط جدًا. فهي تحتوي على مادّة وراثيّة، لكن لا يوجد بها نُواة مُحدَّدة، ولا يُوجد بها عُضيّات خلويّة مُحدَّدة. تنْتمي خليّة البكتيريا لمجموعة التي تُسمّى **"بدائيّات النُّواة"** ("قبل نُواة الخليّة")، وفي المُقابل خلايا الكائنات الحيّة والنباتات المُسمّاة **"حقيقيّات النُّوى"** ("ذوي نُواة خليّة").

تجربة 5: خلايا البكتيريا وخلايا أُخرى

ما هو مدى الاختلاف بين البكتيريا عن كائنات حيّة أُخرى؟ سنُحاول أن نفحص هذا بواسطة مُشاهدة خلايا مُختلِفة في المَجْهر.

المواد والأدوات

- قشّة أُذنين
- 2 زُجاجات حامِلة
- مثيلين أزرق
- وعاء للنفايات

أ. مُشاهدة الخلايا الطِلائيّة من الخدّ [13]

- مرّروا بِحذَر طرف قشّة الأذن داخل الفم، في الجزء الداخليّ من الخدّ. في هذه الطريقة تَجْمعون على قشّة الأذن خلايا من الغِشاء المُخاطيّ من الخدّ التي تنفصِل بسهولة.
- قطّروا قطرة ماء في مركز الزُّجاجة الحامِلة، وامسحوا مُحتوى القشّة داخِل القطرة.
- ضعوا القشّة المُسْتعملة في الوعاء.
- غطّوا بالزُّجاج المُغطّي، وأنظروا بالمَجْهر.
- ابدؤوا بتكبير X 40، وانتقلوا بالتدريج لتكبير X 400
- قطّروا قطرة مثيلين أزرق في طرف الزُّجاج المُغطّي، ونشّفوا القطرة من الطرف الثاني للزُجاج المُغطّي.

13 يجب مُلائمة البحوث لتعليمات الأمان المُختلفة من وزارة التربية والتعليم https://tinyurl.com/chozer-mankal.

1. صِفوا الخلايا قبل وبعد صَبْغِها، وأضيفوا صورًا.
2. أُرسموا الخليّة، وأشيروا على الرسم للعُضيّات التي نجحتُم بمُشاهدتها.

ب. شاهدوا خليّة فلفل أحمر (أو جمبا):

- قطّروا قطرة ماء في مركز الزُّجاجة الحامِلة
- اكسروا قطعة الجمبا إلى الخارج. يُمكنكُم إيجاد طبقة خلايا رقيقة من القِشرة الخارجيّة في أطراف الصُّدُع . أَخرِجوا هذه القطعة الصغيرة بمساعدة مِلقط (بينتسيتا)
- ضعوها في قطرة الماء وغطّوا بالزُّجاج المُغطّي
- شاهِدوا الجهاز من خلال المَجْهر بتكبير صغير وابحثوا عن منطقة التي تُميِّزون بها طبقة خلايا واحدة واضِحة
- شاهدوا بتكبير أوسَط وكبير
- صوِّروا الخلايا بتكبير كبير

1. أُرسموا خليّة واحدة، وصِفوا كيف ينتظِم اللون الأحمر في الخليّة
2. قارِنوا بين خليّة بكتيريا، خليّة نباتيّة، وخليّة حيوانيّة:

استعمِلوا المعلومات التي وجدْتُموها في مُشاهداتِكُم وتساعدوا بالمعلومات الإضافية، من الشبكة العنكبوتية.

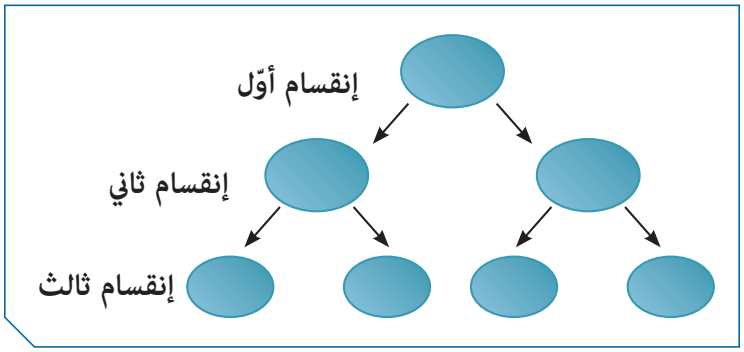
	خليّة بكتيريا	خليّة كائن حيّ	خليّة نباتيّة
حجم (* شاهدو الرسم ص14)	2 ميكرومتر تقريبًا		
هل يُوجد في الخليّة عُضيّات مُحاطة بغِشاء؟			نعم، مثلاً: _____ _____
نوع غلاف الخليّة (غِشاء/ جِدار)		غِشاء فقط	
مكان المادّة الوراثيّة في الخليّة			نُواة

3. تُعتَبر خلايا الكائنات الحيّة والنّباتات مُتطوِّرة أكثر مِن خلايا البكتيريا. اشرحوا لماذا بالاعتماد على الجدول أعلاه.

2.1 تكاثُر البكتيريا

يحدُث تكاثُر البكتيريا بواسطة انقسام الخلايا. يتشابه نسِل البكتيريا المُنفرِدة من ناحية وراثيّة مع بعضها البعض.

1. أكملوا الإنقسام الثُلاثيّ في التخطيط: كم من البكتيريا سينتُج بعد انقسام واحد؟ انقسامان؟ ثلاثة انقسامات؟

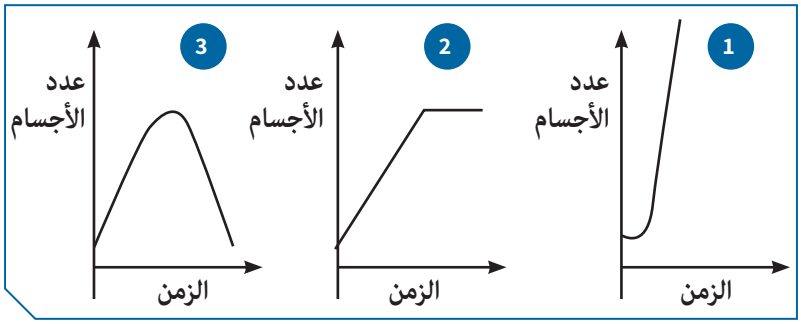


في أصناف مُعيّنة من البكتيريا، في شروط مُلائِمة، يحدُث إنقسام الخلايا كُل 20 – 30 دقيقة.

2. في شروط مُثلى، تنقسِم خليّة البكتيريا الإشريكيّة القولونيّة كُل 20 دقيقة. إذا افترضنا أنّ مُدّة إنقسام الخليّة هي 20 دقيقة، كم نَسِل سيكون لكُل بكتيريا بعد ثلاث ساعات؟ وبعد يوم؟ تساعدوا بالجَدْول.

عدد الإنقسامات	زمن (ساعات)	عدد البكتيريا المُتراكِمة
1	20 دقيقة	2
2	40 دقيقة	4
3	1 ساعة	8
4	1:20	
5	1:40	
6	2 ساعات	
7	2:20	
8	2:40	
9	3 ساعات	
10	3:20	

3. أيّ من بين الرسوم البيانيّة التّالية يصِف وتيرة تكاثُر البكتيريا الموصوفة في الجَدْول؟ اشرحوا اختياركُم.



4. ماذا يُمكنكم القول عن وتيرة تكاثُر البكتيريا؟

سنُوضِّح الصِّفات الرئيسيّة للبكتيريا والتي مكّنت الإنسان من استخدامها في عمليات الإنتاج المُختلفة، من خلال عملية إنتاج الشوكولاطة.

بكتيريا في إنتاج الشوكولاطة

يتمّ إنتاج الشوكولاطة من حبوب الكاكاو التي تنمو على شَجَر الكاكاو في المناطق الإستوائيّة والتي يكون فيها المناخ حارّ ورطِب . تَعيش هذه الأشجار عادةً ما يُقارب 100 سنة. الثّمرة هي قوقعة التي تحتوي على أربعون بذرة بيضاء ورطِبة والتي تُسمى حبوب.

شجرة كاكاو

المرحلة الأولى في إنتاج الشوكولاطة هي التخمُّر. التخمُّر هو عمليّة إنتاج طاقة التي تحدُث بدون إستعمال الأكسجين (عملية التي سنتعلّمُها بتوسُّع في الفصل 6). المسؤول عن هذه المرحلة هو البكتيريا والخميرة الموجودة بشكل طبيعي في الحبوب (سنتطرّق في هذا المِثال للبكتيريا).

يُمكن تنفيذ العمليّة في شروط بسيطة. نُخرِج بذور الكاكاو من الثّمرة ونُدخِلُها إلى أوعية (مثلاً كتلك التي تظْهر في الصورة). يتم تغطيتُها غالبًا بأوراق الموز لمُدّة 5 – 7 أيّام.

حبوب كاكاو مُجفَّفة

تُمكِّن الشروط الناتِجة في الأوعية البكتيريا التي تطوّرت بشكل طبيعي على الطفُو، من التكاثُر بوتيرة سريعة. فهي تتغذّى من السُكّريّات الموجودة في الطفو، وتُحلّلُها إلى أحماض وثاني أكسيد الكربون، في عمليّة التي تُطلق حرارة. هكذا يُصبح الطفُو دقيق، وينْقسِم، وتكون هنالك إمكانية لدخول البكتيريا والخميرة إلى داخل بذور الكاكاو. تُغيِّر عمليّة التحليل الطَعْم المُرّ لبذور الكاكاو، وينْتُج الطَعْم والرائحة المُميّزة للشوكولاطة. في المُقابِل يتغيّر أيضًا لون البذور من الأبيض إلى البُنيّ. في نهاية عمليّة التخمُّر، تمُرّ البذور بِعمليّة تجفيف وتحميص استعدادًا لإنتاج الكاكاو.

من الضروريّ المُحافظة على مُدّة مُلائِمة لعمليّة التخمُّر، لأنّه إذا كانت مُدّة عمليّة التخمُّر قصيرة للغاية ينتُج طَعْم مُشابِه للبطاطا الغير مطبوخة، ولتطوّر العَفَن. في المُقابل عمليّة تخمُّر أطول ممّا يجب فإنّها من المُمكن أن تُؤدّي إلى هدم البذور.

وعاء تخمُّر

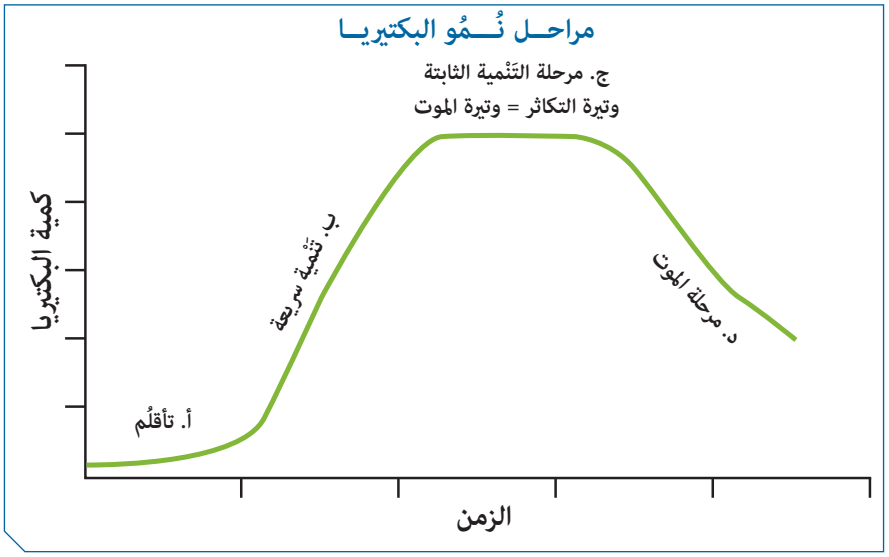
بداية التخمُّر

مراحل التخمُّر

5. أ. حضِّروا مُخطّط سريان الذي يصِف مراحِل مُعالَجة حُبوب الكاكاو من لحظة قطْفِها وحتى إنتاج الحُبوب البُنيّة الجاهزة للتحْميص. أشيروا في المُخطّط للمراحِل التي تُساهِم بها البكتيريا لجوْدة الشوكولاطة، والمرحلة التي تنتهي بها هذه العمليّة.

ب. اشرحوا ما هي الشروط التي تُمكِّن البكتيريا من المُساهَمة في إنتاج شوكولاطة ذو جودة عالية؟

تستمر عمليّة تخمُّر الكاكاو لمُدّة أسبوع. يُمكن أن نرى بالتدْريج تغيُّر لون البذور من الأبيض إلى البُنيّ. حتّى نفهم كيف تتكاثر الكائنات الحيّة الدّقيقة في أوعية تخمُّر حبوب الكاكاو، ولماذا تستمرّ العمليّة لمُدّة أسبوع، سنتعرّف على عمليّة تكاثُر البكتيريا. وتيرة تنْمية البكتيريا غير مُتكافئة خلال عمليّة تخمُّر حبوب الكاكاو. هي تبدو كالتّالي:



في المرحلة الأولى (أ) تتكيّف البكتيريا مع الشروط الموجودة في أوعية التنْمية (للغِذاء الموجود في حبوب الكاكاو، لشروط الرطوبة والتَهوِئة في الأوعية). في المرحلة الثانية (ب) تستغلّ البكتيريا الغِذاء والظروف بالطريقة الأمثَل، ولهذا فهي تتكاثَر بوتيرة سريعة. في المرحلة الثالثة (ج) تقلّ كمية الغِذاء الموجود للبكتيريا، وأيضًا تُنتِج الكثافة تغييرًا للأسوأ في شروط البيئة. إذا أبقينا الحبوب لفترة طويلة، يزداد مُعدّل وفيّات البكتيريا على وتيرة تكاثُرِها (د).

6. أ. بِحسب المعلومات عن عمليّة تخمُّر بذور الكاكاو، ما هي الشروط السّائِدة في الأوعية في كُلّ واحدة من المراحِل الأربعة في عمليّة تنْمية البكتيريا؟
ب. حاولوا التخْمين في أي واحدة من المراحل (أ – د) من المُفضَّل إيقاف عمليّة التخمُّر، تجفيف البذور وتحميصها، والتقدُّم في مراحل إنتاج الكاكاو إلى الشوكولاطة؟ لماذا من المُهم إيقاف عمليّة التخمُّر في هذه المرحلة بالذّات، حتّى يتم الحصول على شوكولاطة عالية الجودة؟

7. مُنْحنى تنْمية البكتيريا، الموصوف في الشكل بالنسبة للكاكاو، هو عامّ لكلّ البكتيريا. تحتاج تنْمية البكتيريا للصناعة سيطرة على العمليّات. في عمليّات حِفْظ الطعام، مثلاً في عمليّة تخليل الخِيار، يتمّ إيقاف عمليّة تنْمية البكتيريا في المرحلة التي تكون بها الحامضيّة مُنْخفِضة، بحيث لا تكون هنالك إمكانية لتطوُّر البكتيريا. في المُقابل، في الإنتاج الصّناعي لكحول الإيثانول بواسطة البكتيريا يجب توفير شروط تنْمية التي تُنتِج فيها البكتيريا الإيثانول مع مرور الوقت.
أ. ما هي مراحل التَنْمية، بِحسب الرسم البياني، المُلائِمة لكُلّ واحد من الأمثلة؟
ب. في أيّ من العمليّتين ينْبغي أن يُسْمح لتنْمية البكتيريا أن تبقى في المرحلة "ب" لفترة زمنيّة؟ ما هي الشروط التي تسْمَح بهذا؟

يُعْتبَر تخمُّر الكاكاو، تخْليل الخِيار وإنتاج الإيثانول عمليّات بيوتكنولوجيّة. شروط التَنْمية في الطبيعة عادةً ليست مُثلى. غالبًا لا تتكاثر البكتيريا في الشروط الطبيعيّة بالطريقة المعروضة بواسطة مُنحنى التنْمية. في المُختبر وفي الصناعة يهتمّون بالسيطرة على العمليّات بشكل جيّد.

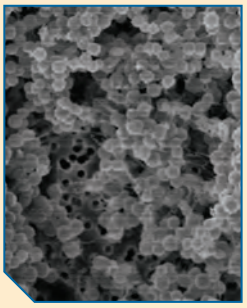
روابط للتوسُّع

- טבעוני (2013) סיפורו המופלא של השוקולד, מכון דוידסון https://tinyurl.com/micro-shokolad
- סרטון תהליך ייצור השוקולד (באנגלית) https://tinyurl.com/shokolad-yizur
- סיור אסטלה במטעי הקקאו https://tinyurl.com/shokolad-mata

2.2 تَنْمِية البكتيريا

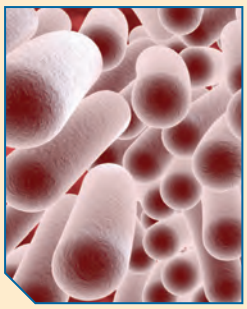
تتواجد البكتيريا تقريبًا في كُلّ مكان على سطح الكرة الأرضيّة. كيف يُمكن أن تتواجد البكتيريا أيضًا في المناطق الثلجيّة وفي الينابيع الحارة؟ في الصحراء وفي الغابات الماطرة، في البحر وأيضًا في اليابسة؟ في الهواء وفي أعماق البحر في الأماكن التي لا يوجد بها هواء. تُوجد بكتيريا التي تحتاج إلى الأكسجين في عمليّة التنفُّس حتّى تُنتِج طاقة (هوائيّة). نوع آخر لا تَسْتعمل الهواء لتنفُّسِها (لا هوائيّة)، وتُوجد بكتيريا التي تَستعمِل الأكسجين عندما يتواجد في بيئتِها، لكنّها تستطيع أن تحيا وتتطوّر أيضًا بدون الأكسجين. تنوُّع البكتيريا هائل جدًا. تستطيع البكتيريا أن تَعمل بطريقة مُثلى في مجال واسِع من الشروط الخارجيّة. خارج هذا المجال يحدُث انخفاض في نشاط البكتيريا والذي من المُمكن أن ينتهي بِمَوْتِها. يوجد لكل بكتيريا شروط مُثلى مُمَيّزة. حتّى نتعرّف على تنوّع الشروط، سنتعرّف على البكتيريا التي تنمو في جِسم الإنسان، لكن سنُحاول أن نفهم ما الذي يُؤدّي للبكتيريا المُختلفة أن تتكاثر في أماكن مُختلفة في الجِسم.

1. أمامكُم معلومات بالنسبة لأربعة أصناف من البكتيريا التي يُمكِنها أن تتطوّر في مناطق مُختلفة من جِسم الإنسان. إقرؤوا وأكملوا الجدول الذي يليها.



تعيش العنقوديّات الذهبيّة بشكل طبيعي على الجلد، في المناطق الرطبة مثل بين الأصابع، أو الإبطين، أو الفخذ، أو في المناطق الدُهنيّة مثل كفّات اليدين وجذور الشَّعر. بالإضافة لهذا فإنّها تعيش أيضا في الأنف والفم. تُقاوِم هذه البكتيريا الملوحة العالية، ويُمكن أن تتكاثر في شروط وجود الأكسجين أو بدون وجود الأكسجين. تنتمي هذه البكتيريا إلى التجمُّعات الطبيعيّة للجِسم، ولكن إذا وصلت إلى مناطق أخرى من الجِسم، فإنَّها من المُمكن أن تُسبِّب الضّرَر بالأخصّ لدى الأشخاص ذوي المُقاومة المناعية المُنخفضة وأحيانًا لدى الأصحّاء أيضًا.

للتوسُّع: בר ניר, 2010 חיידקים בעור, Medicine https://tinyurl.com/micro-or



بكتيريا التي تُسبِّب مرض الكزّاز - تيتانوس (كلوستريديوم تيتاني)، تحتاج إلى ظروف لا هوائية من نقص الأكسجين. لا يُمكن للبكتيريا اختراق الجسم بشكل مُستقل، وإنّما فقط من خلال الجروح أو الجروح العميقة، الحروق أو الحقن بإبرة غير مُعَقّمَة. مع تكاثُر البكتيريا لمُدّة 5-19 يوم، يتم إفراز السُّم الذي يُمكن أن يصل إلى الجهاز العصبي ويُضعف نشاطهُ، يُؤدّي إلى تقلُّصات وتشنُّجات محليّة، وحتى حالة من شلل عضلات التنفُّس والموت. يَمنع لُقاح الكزّاز هذا المرض الصَعْب.

تحتاج البكتيريا التي تُسبِّب مَرَض السُعال الديكيّ لظروف هوائيّة، ولن تتطوّر بدون الأكسجين. تحدث الإصابة بِسَبب رذاذ اللُعاب الناتِج من السُعال. تحتاج البكتيريا إلى طعام غنيّ. تستقر البكتيريا في الجهاز التنفُّسي وتُنتِج مادة سامّة التي تُعطِّل نشاط جهاز المناعة. ينتُج مُخاط لَزِج الذي يسُدّ المسالك التنفُّسيّة ويمنع مرور الأكسجين. ينجُم عن هذا نوبات سُعال شديد. يُمكن أن تُؤدّي مُضاعفات المرض إلى الوفاة، خاصة لدى الأطفال. يَمْنع لُقاح السُعال هذا المرض.

إشريكية قولونيّة هي البكتيريا الأكثر شُهرة. فهي تتواجد بشكل طبيعي في الأمعاء. من الممكن أن تتطوّر في ظروف وجود الأكسجين (هوائيّة) وأيضًا في ظروف نقص الأكسجين (لا هوائيّة). على الرغم من أن البكتيريا في الأمعاء غير ضارة، فإن وجودها في مناطق أخرى من الجسم، مثل المسالك البولية، التهاب المرارة ، والكبد ، يُمكن أن يُسبِّب أمراضًا، خاصّةً لدى الأشخاص الذين يُعانون من ضعف جهاز المناعة مثل مرضى السرطان، السُكّري وغيرها. تحت الظروف المناسبة، تنقسِم هذه البكتيريا كل 20 دقيقة. تُستعْمل هذه البكتيريا ككاشف لجودة المياه. وجود عدد كبير من بكتيريا إ. قولونيّة بالماء أو في الغذاء يدُل على تلوُّث.

للتوسُّع: בר ניר, 2008, אשריכיה קולי- אויב או אוהב? גלילאו https://tinyurl.com/oyev-ohev

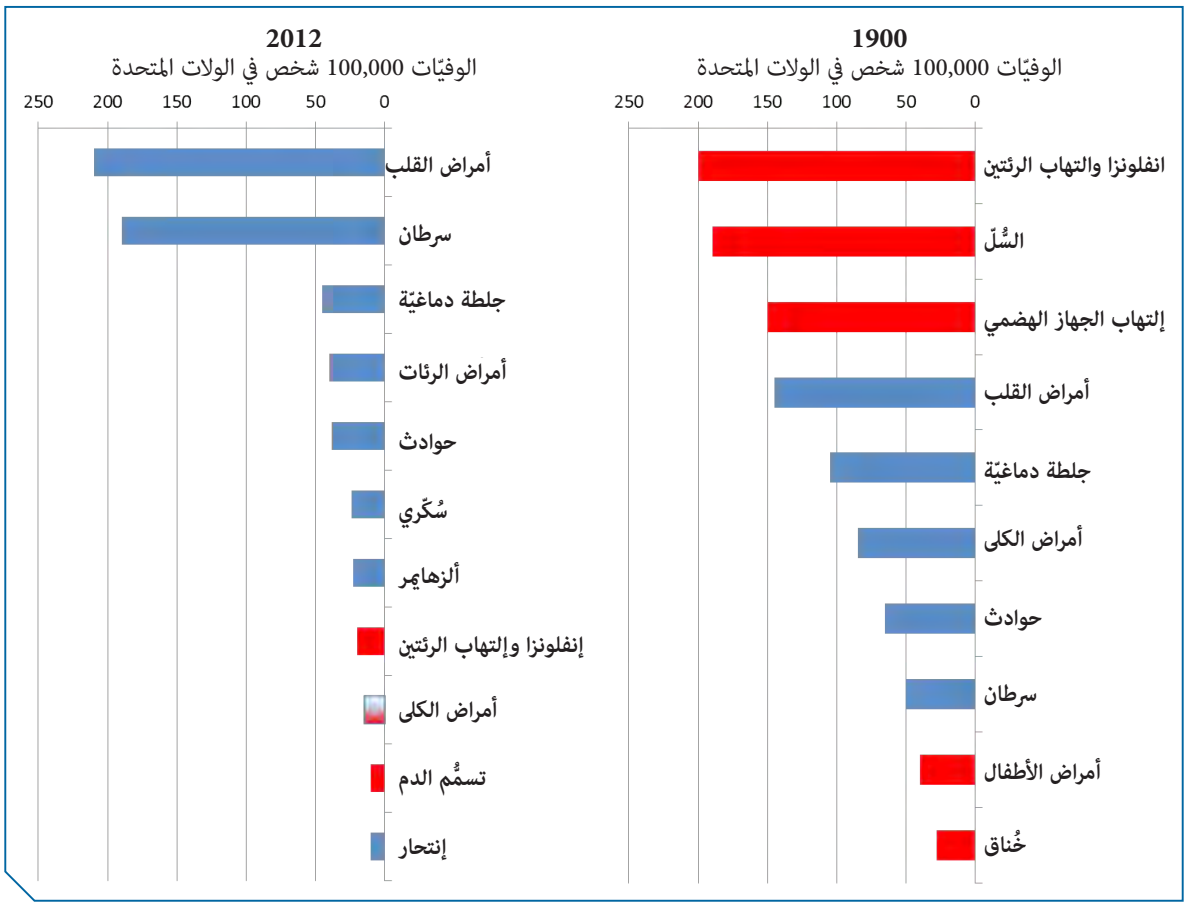
أكملوا الجدول التالي بالتلاؤم مع المعلومات التي قرأتموها:

البكتيريا	مناطق في الجسم التي تعيش بها البكتيريا	شروط البيئة في منطقة التَنْمية	مُلائمة البكتيريا للتواجُد في منطقة التَنْمية
العنقوديّات الذهبيّة			
الكلوستريديوم تيتاني			
بورديتيلا شاهوقيّة			
إشريكية قولونيّة			

2. "تستطيع الكائنات الحيّة الدّقيقة أن تعمل على النحو الأمثل في مجال شروط خارجيّة". كيف تتمثّل هذه الفكرة العلميّة في الجدول؟
3. أعطوا مثالاً لحالة التي تتواجد فيها الكائنات الحيّة الدّقيقة في منطقة مُعيّنة في الجسم دون أن تُسبِّب ضررًا، لكنّها تُسبِّب الأمراض عندما تتواجد في منطقة أخرى.

2.3 الأمراض

أمامكُم رسم بيانيّ الذي يصف نسبة مُعدّل الوفيّات لِـ- 100,000 شخص من أمراض مُختلِفة في الولايات المُتّحِدة في بداية القرن الـ- 20 مُقارنةً ببداية القرن الـ - 21[14].



1. ما هي الاختلافات الأساسيّة في مُعدّل الوفيّات في الفترتين الموصوفتين؟ اقترحوا تفسيرين على الأقلّ لهذه الاختلافات.
2. لماذا يرمُز اللون الأحمر بحسب رأيكُم؟ لماذا تختلِف نسبة اللون الأحمر بين الفترات؟
3. "مأمولُ الحياة" (مُتوسِّط العُمر المُتوقّع بين السُكّان) عام 2013 في الولايات المُتّحِدة الأمريكيّة كان 78.8 سنوات، وفي إسرائيل عام 2014، 83.0 سنة للرجال 84.1 سنة للنساء. في المُقابل، عام 1900عاشت النساء الأمريكيّات بالمُعدّل 48.3 سنة والرجال هناك عاشوا 46.3 سنة فقط. ما الذي تُضيفُهُ هذه المُعطيات[15] لِفهم تأثير الطّب والتغْذية على مُعدّل الوفيّات بين السُكّان؟
4. هُنالك من يُعارِض في إعطاء التطْعيمات والمُضادّات الحيويّة. هل تدْعم المعلومات التي تظهر في الرسوم البيانيّة هذا الموقِف؟ اشرحوا، من خلال استعمال المُعطيات، المُقارنات والتفْسيرات.
5. ما هي الأمراض التي ازداد بها مُعدّل الوفيّات عام 2012 مُقارنةً لـ- 1900؟ فسّروا الارتفاع في مُسبِّبات الوفيّات.
6. حاولوا أن تُعرِّفوا: ما هو المَرَض؟

---

14 بحسب Brooks, George F 2013) Medical microbiology, McGraw-Hill Medical, p.8.

15 بحسب National Vital Statistics Reports 2013 ,

غُموض في قِسم التوليد[16]

حَدَث في قِسم التوليد في المُستشفى حالة نادرة جدًا.
شَعَرت ثلاث نساء بالبرودة، حرارة مُرتفِعة، آلام قوية في البطن وانتشرت مِنهُنّ رائحة كريهة.

1. كيف كُنتم ستبحثون في هذه المُصادفة؟
أُخِذت عيّنات دم من الوالِدات المرضى في أنبوب خاصّ الذي يُمكِّن البكتيريا من النُموّ في شروط خاصّة جدًا المُلائِمة للدم.
تمّ إدخال عيّنة الدم إلى قوارير خاصّة، مُباشرةً بعد أخذ الدم من جسم المريضة، وأُدخلت إلى إينكوباتور في شروط تنْمِية مُشابِهة لِتلك التي في الدم.
بواسطة الجِهاز (في الصورة)، يُمكِن قياس كميّة البكتيريا مُباشرةً في كُل قارورة. ضوء أخضر فوق القارورة (أشير إليه بسَهم) يدُلّ على نتيجة سلبيّة (لا تُوجد بكتيريا). في هذه الحالة لم يُضيء لون أخضر فوق عيّنات دم المرضى.

2. ما معنى نتائج هذا الفحص؟

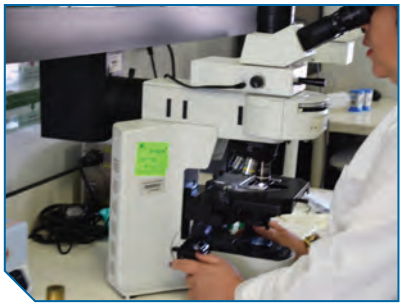
أُخِذَت عيّنات إضافيّة من جِسم المرضى وأُحضِرت إلى المُخْتَبر.

تَمَّت زراعة جُزء من العيِّنات في أوساط مُلائمة. أُدخِلَت الأوساط للتنْمِية في الإينكوباتور لمُدّة 24 – 48 ساعة في - 37^0C.

3. لماذا يجب حَضن عيّنات البكتيريا في الإينكوباتور؟
تمّ أخذ البكتيريا لتمييزها في المَجهر بطريقة "صبغة جرام"، التي تُميّز بين مجموعتين أساسيتين من البكتيريا: ذو جدار سميك "جرام موجبة"، وذو جدار رقيق وغلاف خارجي "جرام سالبة". تستوعب البكتيريا الموجبة لصبغة جرام لون بنفسجيّ، الذي يبقى في الجدار السميك حتى بعد الغسل بالكحول. في المقابل في البكتيريا السالبة لصبغة جرام يتم غسل اللون البنفسجيّ.
عند تلوين جدار البكتيريا باللون البنفسجيّ، فيتم تعريفها "جرام موجبة"، وإذا تلوّن الجدار باللون المُعاكِس فهو مُعرّف "جرام سالب". يمكن ان نرى في الصورة جهاز الذي يُلوِّن البكتيريا تلقائيًّا بصَبْغة جرام وبهذا يُزوِّدنا بمعلومات عن تركيبة غشائِها وشكلِها.

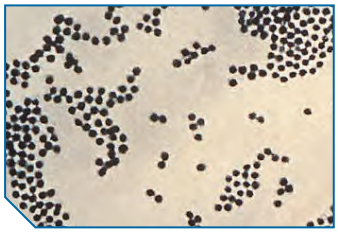
---

16 تم تصوير صُور المُختبر في مختبر مستشفة بوريا، بإذن من ד"ר אבי פרץ. نُفِّذت مُسْتنبتات البكتيريا في مُختبر الكلية الأكاديمية صفد.



الصورة التي نَتَجتْ في المَجْهر هي لبكتيريا التي تبدو كسلسلة كُرات، باللون البنفْسجيّ.
يُميِّز هذا المبنى عائلة البكتيريا المُسمّاة **سترفتوكوكوس "المكورات العنقوديّة"** . الإسم "سترفتوكوكوس" معناهُ سترف=مهضوم، كوكوس= ككُرة صغيرة.

المكورات العنقوديّة بِتكْبير 1000 X وبالمَجْهر الإلكتروني



تمييز البكتيريا

حتى نعرف ما هو العلاج المُلائِم كمُضادّ للبكتيريا، من المُهمّ تحديد بالضبط ما هو صِنْف المكورات العنقوديّة المقصود. لهذا تمّ تنفيذ فحوصات تمييز. تمّ زرع عيّنات البكتيريا على مُسْتنْبتات تنْمية مُختلِفة حتى نتمكّن من تمييز البكتيريا.
الفحص الأوّل كان في مُسْتنْبت تنْمية صلب الذي يحتوي على دم (آجار دم).
في الصورة يُمكِن تمييز خطوط ونِقاط التي هي مُستعْمرات بكتيريا (تحتوي كُل مُسْتعْمرة ملايين كثيرة من البكتريا). **أدّت البكتيريا إلى تحليل الهيموغلوبين** (مادة اللون الحمراء في خلايا الدم الحمراء) وهكذا نتجت هالَة صفراء – شفّافة حول المُسْتعْمرة. بهذه الطريقة يُمكِن أن نرى أنّ البكتيريا تُفْرِز مادّة سامّة التي هي إنزيم الذي يُحلِّل هيموغلوبين خلايا الدم الحمراء.

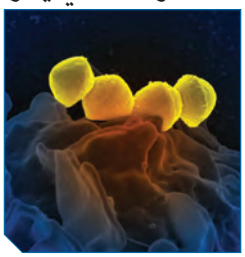
4. بما أنّه يُوجد بكتيريا في الدم، كيف تُؤثِّر البكتيريا على الدم داخِل الجِسم؟

تمَّ زرع العيِّنة من جِسم الأُم أيضًا على صَحِن مع مُسْتنْبت غِذاء خاصّ الذي يحتوي على DNA.
زرعوا العيّنة بِخطّ واضِح في مركز صحن البتري.

في خطّ الزرع نما بعد يومين مُسْتعْمرات بكتيريا. بما أنّ البكتيريا قد حلّلت الـ- DNA في هذا المُسْتنْبت، يُمكن رُؤية هالَة بيضاء – شفّافة حول المُسْتعْمرات.

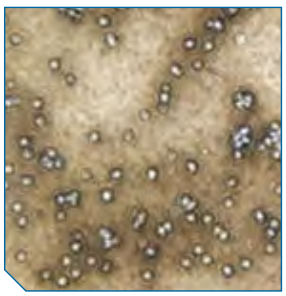
5. DNA، المادّة الوراثيّة، موجودة في أنوية الخلايا في الجسم. إذا كانَ الأمرُ كذلك، فما الضّرر الذي يُمكن أن يُسبّبه تحليل الـ - DNA في جسم المريض؟
إضافةً للضّرر العامّ الذي ذكرتموه حتمًا في إجابة السؤال، قُدرة تحليل الـ - DNA تزيد من قُدرة البكتيريا على التواجُد في الجسم. هذه الصفة يُمكن أن تُعلّمنا عن "أسباب العُنف" للبكتيريا – الطُرُق التي من المُمكن أن تُسبِّب بها البكتيريا الأمراض.

أحد العوامل الذي يُحوِّل البكتيريا لمُسبِّبة الأمراض (مُمْرِض)، هو قُدرتِها للتغلُّب على أجهزة حماية الجِسم. بين "الجنود" المُختلفين الذين يستعمِلُهُم جهاز الحماية يُوجد أيضًا خلايا الدم البيضاء البلْعميّة، التي تمتص مُسبّبات المرض (البكتيريا مثلاً).



يظهر في الصورة اليُمنى تصوير مَجْهريّ لبكتيريا المكورة العِقديّة المُقيحة (أصفر) التي هاجمتها خلايا بَلْعميّة. في المرحلة الأولى تمّ إمساك البكتيريا في شبكة مُعقّدة مُكوّنة من - DNA وزلاليات. في المرحلة الثانية ترتبط الخليّة للبكتيريا في نِقاط مُعيّنة. فقط بعد ذلك يحدُث الامتصاص. البكتيريا مُسبّبة الأمراض تستطيع أن تُشوِّش الارتباط للخليّة البلْعميّة.

6. ماذا سيحدُث، حسب رأيِكُم، لقُدرة امتصاص الخلايا البَلْعميّة عندما تستطيع البكتيريا تحليل الـ - DNA؟



تمّ أخذ عيّنات البكتيريا بفَحص مَجْهريّ الذي يفحَص هل تُنتِج البكتيريا غشاء حِماية حولها (كبسولة).

تظهر البكتيريا في هذه الصورة بتكبير X1000، صُبِغت البكتيريا بالحِبر. الغِشاء الذي أنتجتهُ البكتيريا حولها لم يمتص لون الحِبر، المُسمّى كبسولة. تُمكِّن هذه الطريقة من تمييز الكبسولات التي تظهر بالأبيض. وُجِدَ أنّ البكتيريا مُغلّفَة بالكبسولة.

بما أنّ البكتيريا موجودة داخل الكبسولة، فإنّها تُغطّي المناطِق التي تُميّزها الخليّة البَلْعميّة.

7. كيف يُؤثِّر إنتاج الكبسولة على تطوُّر المرض في جِسم المريض؟

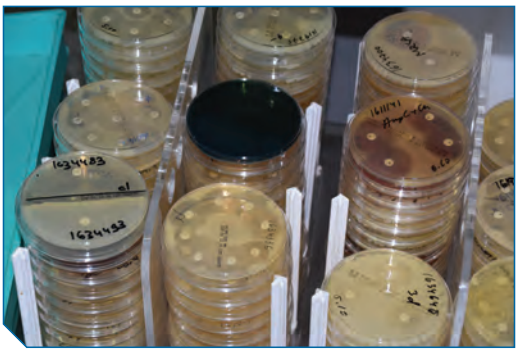
8. صِفات البكتيريا: تحليل خلايا الدم الحمراء، إفراز إنزيم الذي يُحلّل الـ- DNA وإنتاج الكبسولة هي "عوامِل عُنف". اشرح كيف تُسبِّب عوامِل العُنف هذه الأمراض؟

تدُل نتائِج المُختبر التي تمّ الحصول عليها على وجود بكتيريا عنيفة بشكل خاص: " **المكورة العِقديّة المُقيحة** ".
المكورة العِقديّة المُقيحة (A) هي المُسبِّب الرّئيسي لتعفُّن الدمّ (تلوُّث الدمّ) الأموميّ الذي يُشكّل خطورة على حياة الأمّهات (حُمّى الوالدات): هو نوع نادر من البكتيريا التي يتعرّض لها الأشخاص الذين يُعانون من ضعف في جهاز المناعة.

9. التَّسمية الشعبيّة لهذه البكتيريا هو "البكتيريا المفترسة". اشرح لماذا.

تمييز طُرُق مُعالجة البكتيريا

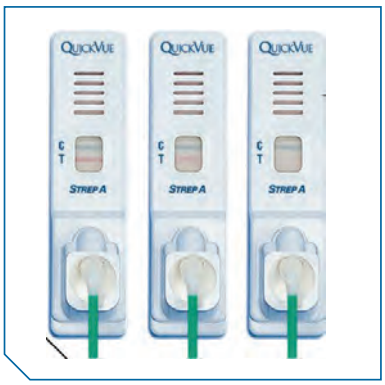
حتّى يتمّ إيجاد علاج مُضادّ حيويّ فعّال ضدّ البكتيريا يتمّ زَرع عيّنات البكتيريا، وتُوضَع عليها أقراص أو شرائِط التي تحتوي على مُضادّ حيويّ.
يتمّ تدريج الصحون في الإينكوباتور لمُدّة 24 ساعة على الأقلّ.
إذا كان المُضادّ الحيويّ فعّال، أي أنّ البكتيريا حسّاسة له، يُمكن رُؤية هالَة شفّافة حول قُرص المُضادّ الحيويّ التي تدُل على أنّ تكاثر البكتيريا قد تضرّرَ.



وُجِدَ أنّ العِلاج النّاجِح ضد هذه البكتيريا هو البنيتسلين. الكَشف المُبكِّر عن المرض، وعِلاج بأدوية التي تحتوي على البنيتسلين أو موادّ مُشابِهة (مثل الموكسبين وفنبريتين)، تُمكِّن التغلُّب على المرض ومنع المُضاعفات.

التحقيق الوَبَائي: كيف حدثت هذه المُصادفة النّادرة؟

على ضوء هذه المُصادفة، أُجْرِيَ في المُستشفى تحقيق وَبَائي (تحقيق الذي يفْحص انتشار الأمراض بين السُكّان).
وُجِدَ أنّ، أحد حاملي البكتيريا كان طبيبًا في المُستشفى. يُمكِن أن يكون الشخص حاملاً للبكتيريا في الحلق دون وجود علامات المَرَض. لهذا إحدى الفحوصات التي أُجْرِيت هي أخذ عيّنة حلقيّة.
يأخذون في الفحص، بواسطة قضيب الخشب، عيِّنة من اللوزتان ومن فراغ الحلق. يأخذون البكتيريا للمُختبر لتنميتها في مُسْتَنْبت.
إذا نَمَت البكتيريا على آجار دم (مثل الصورة أعلاه)، يتم الكشف عن المكورة العِقديّة المُقيحة بواسطة خاصيّتَهُ في أن يُؤدّي إلى تحليل خلايا الدم الحمراء. للحصول على تشخيص مُباشر يُمكِن استعمال معدّات التي تعتمد على تفاعُل صَبْغ الأجسام المُضادّة التي تكْشِف بِشكل خاصّ بكتيريا المكورة العِقديّة المُقيحة. إذا ارتبطت الأجْسام المُضادّة للبكتيريا، ينتُج خطٌ مُلوّن.



بإذن شركة ريمي فارم م.ض.

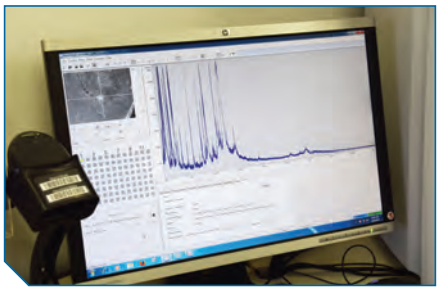
סרטון להמחשת הבדיקה של משטח גרון https://tinyurl.com/mishtach

تتواجد بكتيريا المكورات العِقديّة في حَلْق الإنسان فَقَط، وهو لا يُؤدّي عادةً لِمَرَض. عندما يزداد عدد البكتيريا عن المُستوى المُنْخَفِض في الحَلْق، يوجَد ميْل لدى المكورة العِقديّة المُقيحة للدخول إلى عُمق الأنسِجة مثل "اللوزتان" (العُقَد الليمفاويّة) التي في الحَلْق، وأن تُؤدّي إلى التهاب. عندما تخْتَرِق البكتيريا لِسببٍ مُعيّن مناطق أُخرى في الجِسم، يُمكن أن تحدُث في حالات نادرة مُضاعفات، مثل ما يحدُث في حالة جهاز مناعة غير سليم.
تظْهر في الصورة لوزتان مُتضخّمتان وإفراز أبيض اللون. في حالة الطبيب المفحوص، كما قلنا لم تكن هنالك أعراض التهاب الحَلْق، لكنّ البكتيريا وُجِدت في حلْقِه.

وُجِدَ أنّ الطبيب كان حاملاً لبكتيريا المكورة العِقديّة المُقيحة في الحَلْق.
حتّى يعرفون هل أُصيبت النساء الثلاثة بعَدوى من الطبيب، أُجْرِيت فحوصات التي تُميّز الصّنف الدّقيق للبكتيريا.
يُمكِن تمييز صِنف البكتيريا أيضًا بحسب المعلومات الوراثيّة (DNA) الخاصّة به.
تفاعُل PCR يَفْحَص هل وُجِدَ جين مُعيّن الذي تُعرف تركيبة الـ DNA - خاصّتهُ، في العيّنة. جِهَاز RT PCR (الذي في الصّورة) يُمكِّن فَحص سريع نسبيًا.
إذا عُرِفت الفروق الدقيقة في الـ DNA - بين أصناف المكورات العقديّة المُختلِفة يُمكِن الكشف هل البكتيريا التي أُخِذت من النساء الثلاثة مُشابهة لبكتيريا الطبيب.
هُنالِك طريقة مُتقدِّمة إضافيّة لفحص التركيبة الدقيقة للبكتيريا:

مِطياف الكتلة الذي يكشِف عن البكتيريا خلال دقائق معدودة بواسطة تمييز الجُسيْمات الموجودة في عيّنة بكتيريا، بواسطة شُعاع ليزر. يُقارِن الجِهاز المُعطيات الناتِجة من البكتيريا المَفْحوصة، لقاعدة البيانات، الموجود بها اليوم بيانات عن 15,000 نوع بكتيريا وفيروس مُختلفة. بهذه الطريقة يُمكن التمييز بين أصناف مُختلِفة، مثلاً كتلك المُقاوِمة وغير المُقاوِمة للمُضادّات الحيويّة.

مثال لبيانات بكتيريا مَفحوصة:



وُجِدَ أنّ البكتيريا التي حَمَلها الطبيب مُشابِهة للأصناف الموجودة في عيّنة إحدى المرضى.

نِقاش صَفّيّ

أ. هل يُمكن أن نقول بالتأكيد أنّ الطبيب قد أصاب المريضة بعدوى البكتيريا؟ اشرحوا تحديدَكُم.

ب. هل يجب، بحسب رأيكُم، الخوف على صحة باقي الوالدات في القسم؟ لماذا؟

ج. كيف يُمكِن التأكُّد من عدم إصابة الوالدات الأخريات في المُستشفى بالبكتيريا؟

د. لماذا يجب انتظار نتائِج فحوصات المُختبر لتمييز البكتيريا 24 ساعة وأحيانًا حتّى أسبوع؟

حدثت حالة مُشابِهة للقصة الموصوفة هنا عام 2015. شاهدوا الفيلم: רחלי אפרים וקטי דור, 16.12.15 החיידק הטורף מכה, מבט, רשות השידור https://tinyurl.com/micro-toref

الأمراض النّاجِمة عن المكورات العقديّة

في أغلب الحالات التي تتواجد بها بكتيريا المكورة العقديّة المُقيحة في جسم الإنسان، فإنّهُ يُؤدّي إلى مرضٍ بسيط، أو لحملِهِ. أي – أشخاص يحملونه على جِسمهم، عادةً في الحلق، بدون أن يخترق إلى الداخل ويُؤدّي إلى ضرر. لكن عندما يكون جهاز المناعة ضعيفًا، من المُمكن أن يتطوّر تلوُّث خطِر جدًا، الذي يُؤدّي إلى التهابات في المفاصل، ضَرر للكلاوي، وإصابة عضلة القلب. في حالات نادرة، من المُمكن أن تُسبِّب البكتيريا تلوُّثات شامِلة، والتي يتم وصفُها في الصحافة كـ "بكتيريا مُفترِسة". يُقْصَد في هذا الوصف التهابات واسعة النِّطاق التي من المُمكن أن تُنتِج غرغرينا، أي موت الخلايا في الأنسِجة، التي تتطوّر بسُرعة وتهدم العضلات، الدُهُن وأنسِجة الجلد.

فيما يلي أمثلة لأمراض التي تُسبّبُها بكتيريا المكورات العقديّة:

• **القوباء** – مَرَض مُعدي مُنتشِر بالأساس لدى الأطفال، والذي يتمثّل بقُروح في الجلد. تنتُج في العديد من المرّات بسبب خَدْش في الجِلد أو لَدْغة بَعُوض. تتسبّب بواسطة البكتيريا (المكورات العقديّة والعنقوديّة) وتتمثّل بِجُروح مُتقيِّحة. إذا لم تتم مُعالجة المرض في الوقت المُناسِب فإنه من المُمكن أن يتفاقم ويتجلّى أيضًا بالحُمّى، الضعف وتضخُّم الغُدَد الليمفاويّة. يُمكن أن يستمرّ المرض عدّة أسابيع وفي جُزء من الحالات يُؤدّي لإصابة الأعضاء الداخليّة مثل الكلاوي.

• **حُمَّى قُرْمُزيَّة** – مَرَض مُعدي، بالأساس لدى الأطفال، تظْهر فيها بُقع حمراء على الجِلد والتي تُرافِقُها حرارة وأحيانًا قشعريرة.

• **حُمَّى الروماتيزم** – مَرَض الذي ينبُع عادةً من مُضاعفات التهاب الحلق، نتيجة لتفاعُل الأجسام المُضادّة في الجِسم مع البكتيريا. تنتُج التهابات في المفاصِل، ونتيجة لهذا من المُمكن أن تظهر إصابة في صمامات القلب وأنسِجته ومن الممكن أن تكون خطورة على حياة الشخص.

• **التهاب الكلى (Glomerulonephritis)** – يضُرّ بالإزالة السليمة للفوائِض والمُخلَّفات من الدم إلى البَوْل. مِن الممكن أن ينجُم هذا المرض كمُضاعفات لالتهاب الحلق أو القوْباء التي تُسبِّبُها المكورة العِقديّة.

• **التهاب اللفافة (مَرَض أكل اللّحم)** – مُضاعفات نادِرة وصعبة المعروفة بالتسْمية العامة " البكتيريا المُفترِسة". تنتشِر المكورات العقديّة بشكل واسِع في أنسِجة الجِسم بواسطة الإنزيمات التي يتم إفرازُها من خلايا البكتيريا، ومن المُمكن أن تُسبِّب نخرًا، وحتّى الموت.

التهاب الحَلْق هو تجْربة شائِعة. سبَب أغلب التهابات الحَلْق (ما يُقارِب - 80%) هو فيروس وليس بكتيريا، ولا تحتاج إلى عِلاج. مع هذا، من المُهم تشخيصُها، لأنّ 10 – 20% من التهابات الحَلْق سببُها بكتيريا المكورة العِقديّة المُقيحة A، التي كيفما رأينا، من المُمكن أن تُسبِّب مُضاعفات خطيرة. لهذا، في هذه الحالات سيفْحص الطبيب إمكانيّة العِلاج بالمُضادّات الحيويّة.

1. إذا نعم، كيفَ علينا التصرُّف في حالة التهاب الحَلْق؟ هل تُعتبر مُشكِلة التي تحتاج عِلاج؟

فيلم: מתי צריך לטפל בדלקת גרון? איתי גל,YNET https://tinyurl.com/micro-garon

عَدْوى المكورات العقديّة

تَنْتقِل بكتيريا المكورات العقديّة من شخص إلى آخر عن طريق الهواء، الماء، الغِذاء وأدوات الغِذاء، أو بواسِطة اللمس. يستطيع الأشخاص حَمْل بكتيريا المكورات العقديّة في الحلْق أو على الجِلد بدون أعراض المرض، وأحيانًا يُمكن أن يُصيبوا أشخاص آخرين.

2. كيف يُمكِن، حسب رأيكُم، مَنع أو تقليل احتمال الإصابة من بكتيريا المكورات العقديّة.

روابط للتوسُّع

- איתי גל, סלמונלה בקורנפלקס: למה זה עלול לגרום? Ynet 28.07.16 https://tinyurl.com/micro-cornflakes
- כמה נשים היו צריכות למות כדי שרופאים יבינו שהם חייבים לשטוף ידיים? וואלה, 2017 https://tinyurl.com/micro-yadaim

أفلام باللغة الإنجليزية التي تَصِف مختبرات ميكروبيولوجيّة:

- Day in the Life - Microbiology / Virology - Prof Bill Rawlinson https://tinyurl.com/mabada-yom
- A tour of the Microbiology Lab https://tinyurl.com/mabadatour
- המעבדות הקליניות של בית החולים שערי צדק https://tinyurl.com/mabada-clinic

2.4 المُضادّات الحيويّة

استبْيان أوّليّ

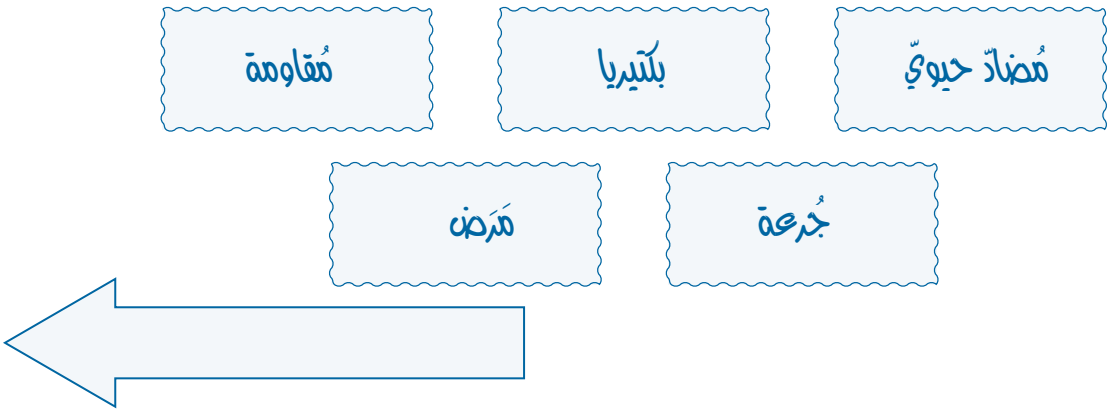
أمامك استمارة التي تَعتمِد على استطلاع مُنظّمة الصحّة العالميّة[17] والذي نُشِرَ في 12 دولة في العالَم. أشِر ✔ في العمود المُلائِم.

سؤال	نعم	كلا
1. هل استعْملتَ مُضادّ حيويّ في السنة الأخيرة؟		
2. إذا استعْملتَ مُضادّ حيويّ – هل تمّ أخذُهُ بحسب وصفة طبيّة؟		
3. هل حصلتَ على تعليمات واضحة من الطبيب/ المُمرّضة/ الصيدلانيّ عن كيفية استعمال المُضادّ الحيويّ؟		
4. مسموح استعمال المُضادّ الحيويّ الذي أُعطِيَ لصديق أو لأحد أفراد العائلة، طالما تمّ استعمالها لمُعالجة نفس المرض		
5. يُساعِد المُضادّ الحيويّ في مُعالجة: جُروح في الجلد		
نزلات البرد والانفلونزا		
الصُّداع		
6. يجب إيقاف العِلاج بالمُضادّ الحيويّ عندما يتحسّن المريض		
7. إذا تحوّل جسم المريض لمُقاوِم للمُضادّات الحيويّة، فإنها لا تعمل في جِسمِهِ		
8. تُعتبر مُقاومة المُضادّ الحيويّ مُشكلة في الدول الأخرى، لكن ليسَ في البلاد		
9. فقط الإنسان الذي يستعمِل الأدوية بشكل ثابِت يُمكن أن يُطوِّر مُقاومَة للمُضادّات الحيويّة		
10. يُمكن أن تنتقِل البكتيريا المُقاوِمَة للمُضادات الحيويّة من إنسان إلى آخر		
11. مُقاوَمَة المُضادّات الحيويّة هي إحدى المشاكل المركزيّة في العالم		
12. يُمنَع حِفظ المُضادّات الحيويّة لاستعمالها في المُستقْبل لأمراض أُخرى		
13. على المُزارعين إعطاء مُضادّات حيويّة أقل للكائنات الحيّة التي تُنتِج الغِذاء		
14. على الأطبّاء إعطاء المُضادّات الحيويّة فقط عند الضرورة		
15. يجب أن يتحمّل كُل شخص المسؤولية على استخدام المُضادّات الحيويّة		
16. طالما أستَخْدِم المُضادّات الحيويّة بشكل صحيح، فأنا لستُ عُرضةً لخطر الإصابة بتلوُّث مُقاوِم للمُضادّات الحيويّة		

17 https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/194460/9789241509817_eng.pdf;jsessionid=AEFBBE57B7C21A9987276B0 24A0EF19A?sequence=1 https://tinyurl.com/micro-irgun

بعد تعبئة الاستمارة بشكل شخصيّ، تقسّموا لمجموعات مُكوّنة من خمسة طُلّاب:
أ. قارنوا إجاباتكم، وناقشوا الأسئلة التي وجدتُم بها اختلافات بين إجاباتكُم.
ب. ابنوا خارطة مُصطلحات:

حضّروا خمسة بطاقات مع المُصطلحات التالية:



حضِّروا 5 أسهُم على الأقلّ بِحسب المثال:

- اختاروا المُصطلح المركزيّ وَضعوه في رأس الصفحة.
- صِلوا بواسطة أسهُم المُصطلحات الأُخرى، واكتبوا على كُلّ سَهم كلمات ربط التي تُعبّر عن العلاقة بين المُصطلحات.
- بعد أن تصِلوا إلى اتّفاق، ألصِقوا المُصطلحات في مكانها على سطح الورقة.
- بعد أن تُنهوا فصل "المُضادّات الحيويّة" ارجعوا لخارطة المُصطلحات التي قُمتُم بإنشائِها، قوموا بإغناء الخارطة بمُصطلحات وعلاقات إضافيّة وصحِّحوا إذا لزِمَ الأمر.

إكتشاف عرضيّ

في صباح الثالث من شهر أيلول 1928 قامَ بروفيسور ألكسندر فلامينج بتنظيف مُختبرِه. ميّزَ خلال عملِه صحون التي كان من المفروض أن تنمو فيها بكتيريا، ورأى أنّ جُزءًا منها غطّتهُ فطريّة العفن "پنيتسيليوم". بدَل من تجاهُل هذا ورمي هذه الصحون إلى سلة المُهملات، كيفما هو مُتّبع في تجربة التي تتلوّث، قام فلامينج بفحصِها وإنتبه أنّه لم تنمو بكتيريا حول العفن. افترض أنّ المادّة التي أفرزتها الفطريات قد قتلت البكتيريا. أدّى هذا الاكتشاف العرضيّ لتكريس حياتِه لبحث المواد التي يتم إفرازُها من الكائنات المُختلِفة والتي تقتُل البكتيريا. رُغمَ أنّ فلامينج قام باكتشاف البنيتسلين، لكنّه لم يستطع إنتاج كميات كافية من فطريّة العفن لجعل المادّة مُفيدة. أدّى اكتشاف فلامينج بعد عدّة سنوات من البحث لإنتاج المُضادّ الحيويّ الأوّل – البنيتسلين. عام 1945 حصل فلامينج مع العُلماء تشاين وفلوري، على جائِزة نوبِل للطبّ عن البنيتسلين الذي حصل على التسمية "الدّواء العجيب".

ألكسندر فلامينج يستَلِم جائزة نوبِل
من ملك السويد عام 1945

فطريّات عفن پنتسيليوم
في صحن بتري

1. تتكوّن الكلمة مُضادّ حيويّ من الكلمتين مُضادّ + حيويّ (مُضاد الحياة). اشرحوا لماذا سُمّيت مواد مثل البنيتسلين بهذا الاسم؟
2. تمّ اكتشاف المُضادّات الحيويّة عن طريق الصُدفة. ما الذي دَفَعَ فلامينج لتحويل هذا الخطأ العرضيّ لهذا الاكتشاف المُهم؟

للتوسُّع

רן לוי "עושים היסטוריה" פטריות, חיידקי-על ודלעות קסומות - על ההיסטוריה הסודית של האנטיביוטיקה.
https://tinyurl.com/micro-historia

أهميّة المعلومات عن الأدوية – المنشور للمُستهْلِك

يتخطّى الكثيرون ورقة الشرح المُرفقة للأدوية (المنشور للمُستهْلِك). هل التفسير المُعطى بواسطة الطبيب أو الصيدلاني كافٍ؟

سنفْحَص في هذا الفصل أهميّة المعلومات في المنشور، وماذا من المُهِمّ أن يعرف المُستهْلِك.

للتوسُّع

למה חשוב לקרוא את העלון המצורף לתרופה? https://tinyurl.com/antibio-alon

من قوانين الصيادِلة: " لا يقوم شخص بتسْويق دواء إلا إذا كانَ... على عُبوة المُنتَج الطبّيّ للاستعمال البشريّ قد سُجِّلَ أو أُرفِقَ إليها كُل ما طُلِبَ بحسب تعليمات المُدير، منشور باللُّغة العِبريّة والعربيّة وفيهما تفصيل بأحرف مطبوعة ومقروءة تعليمات استعمال الدواء، تفصيل الموادّ النَّشِطة وكميّتُها، وصف خصائصهُ وتفاعلاتهِ المُعاكِسة، وفي حال طَلَب المُدير ذلك، أيضًا الموادّ الغير فعّالة.

فيما يلي قائمة مواقع لمخازن معلومات عن الأدوية في إسرائيل

- אתר המידע התרופתי – של ארגון הרוקחות בישראל http://www.drug.co.il
- מידע תרופתי – אתר משרד הבריאות https://tinyurl.com/antibio-trufot

1. اختاروا منشور للمُستهْلِك من عُبوَة دواء، من بين القائمة أعلاه، أو من أحد مواقع مُنتجي الأدوية. انسخوا في الجدول في الصفحة التالية عناوين البنود المُختلِفة في منشور المُستهْلِك، وتطرّقوا لأهميّة كُل بند:

عنوان البند في نشرة المُسْتهْلِك	أشِر ✔ في البنود التي من المُهِمّ أن يفْهمها المُسْتهْلِك	هل المعلومات بحسب رأيك مُهمّة للمُسْتهْلِك – اشرح لماذا

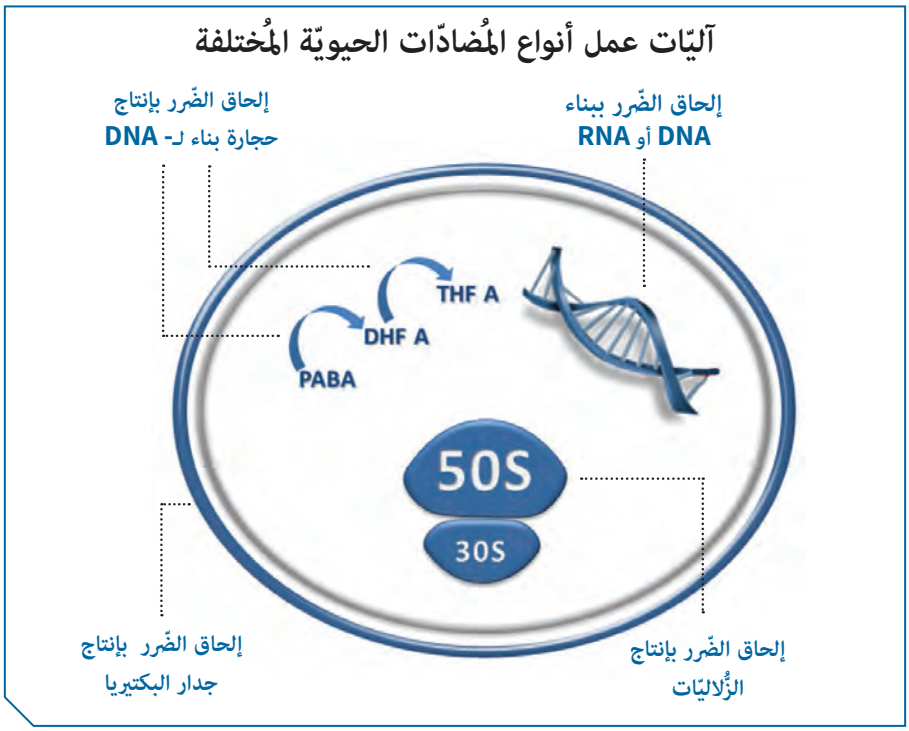
سنتعرّف في تتمّة الفصل على مُركِّبات المعلومات الموجودة في نشرة المُسْتهْلِك.

أ. تركيبة الدّواء

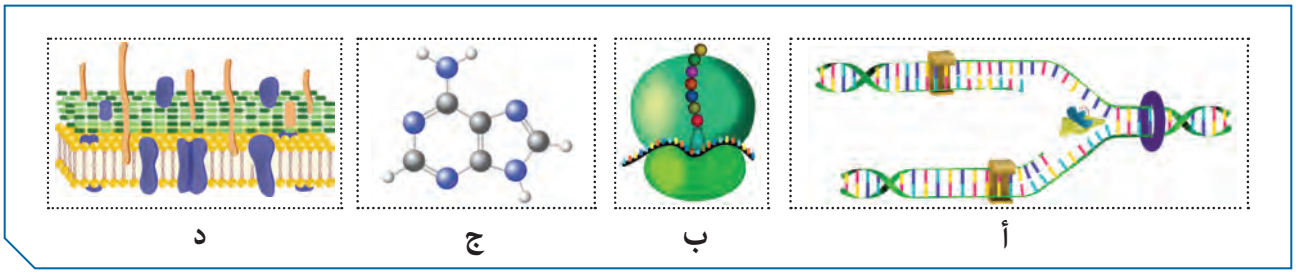
1. المُكوِّن النَّشِط – المادّة الكيميائيّة المسؤولة عن الفعاليّة الطبيّة.

تُعيق المُضادّات الحيويّة المُسْتعْملة كأدوية، العمليّات المُختلِفة في خلايا البكتيريا، بدون أن تُصيب خلايا الإنسان. حتّى تُصيب المادّة البكتيريا وليس الإنسان الذي يحمِلُها، نحتاج لإصابة الآليّة الموجودة لدى البكتيريا لكن ليسَ لدى الإنسان. تُوجد موادّ التي تمنع تكاثُر البكتيريا، مثل إصابة قُدرة البكتيريا لإنتاج غِشاء خلال إنقِسام البكتيريا. يتوقّف في هذه الحالة تكاثُر البكتيريا. هذه هي آليّة عَمل **البنيتسلين**، والمُضادّات الحيويّة الإضافيّة مثل أمبيتسلين وأموكسيتسلين.
تمنَع مجموعة الموادّ إنتاج الزُّلاليّات في البكتيريا، وبهذا تمنَع الفعاليّات الضروريّة الكثيرة، مثلاً تتراتسيكلين، أريترومايتسين وكلورمفينيكول. تُصيب المُضادّات الحيويّة بالرّيبوزوم، الذي هو عُضيّة في الخليّة التي تُنتِج الزُّلال بِحسب المعلومات الوراثيّة. على الرغم من أنَّ الشخص يُنْتِج الزُّلاليّات، إلا أن الرّيبوزوم البكتيري مُختلِف، وبالتالي فإنَّ الإصابة فريدة من نوعها.
آليّة إضافيّة التي تمْنَع تكاثُر البكتيريا هي إلحاق الضّرر في عملية تِكرار الـ- DNA، المادّة الوراثيّة للبكتيريا، مثلاً بواسِطة موادّ التي هي مُضادّات حيويّة من عائلة الكوينولون.
إلحاق ضرر إضافي لقُدرة البكتيريا على تِكرار الـ - DNA وأيضًا لإنتاج الـ- RNA هي بواسطة موادّ التي لا تُمكِّن البكتيريا من إنتاج حِجارة البناء لتكوين الـ - DNA (بواسِطة حامِض الفوليك). يمْنَع الدّواء سولفا إنتاج حامِض الفوليك. على عَكس البكتيريا، لا يعرِف الإنسان إنتاج حِجارة البناء هذه ويحتاج لحامِض الفوليك كفيتامين، ولهذا فإنّهُ لا يُصاب مِنَ السولفا [السولفا هي مادّة مُضادّة للبكتيريا، من عائلة الموادّ الأولى التي تمّ استعمالُها كمادّة مُضادّة للبكتيريا، حتّى قبل الحرب العالميّة الثّانية] .

2. لائِموا أسماء الموادّ التي تظهر في النصّ للآليّات التي تظْهر في الشكل التّالي:



3. لائِموا الآليّات المُختلفة للأشكال:



4. يُوجد لكُلّ دواء إسم تجاري، وإسم المُكوِّن النَّشِط. ابحثوا في مخازن معلومات الأدوية عن دواءًا تجاريًا الذي يحتوي على أحد المُضادّات الحيويّة التي ذكرتموها في السؤال السابِق [أمثِلة لأدوية: سينتوميتسين، رفافين، بنيفرين، أريترومِيتسين، أوجمانتين، موكسيبين]. اشرحوا ماذا يُمكِن أن نتعلّم من البند "المادّة النَّشِطة" في منشور المُسْتهْلِك.

تقسّموا لخمسة مجموعات بِحسب الآليّات المُشار إليها في التخطيط السّابِق.
على كُل مجموعة تمثيل آلية الإصابة بالبكتيريا:

مرحلة أ - تخطيط:

- كيف تُمثّلون مُكوّنات البكتيريا ذات الصِّلة؟
- كيف تُمثّلون المُضادّ الحيويّ؟
- كيف تُمثّلون عمليّة إلحاق الضّرر بالبكتيريا؟
- هل تحتاجون لأدوات مساعدة؟
- قسِّموا الوظائِف
- ابنوا مُخطّط سريان الذي يُمثّل مراحل العَرْض.

مرحلة ب: تحضيرات ومُراجعات للعَرْض. تحضير لتصوير العَرْض. من سيقوم بالتصوير، ومن أيّة زاوية في كُل مرحلة؟

مرحلة ج: -- العَرْض--

مرحلة د: نِقاش وتغْذية مُرتدّة بعد مُشاهدة العَرْض. يُمكِن الاستعانة بالفيديو الذي تمّ تصويرُهُ في العَرْض.

- هل يُمكِن تَحسين مُحاكاة العمليّة؟
- ما هو التشابُه وما هو الاختلاف بين العَرْض وبين العمليّة البيولوجيّة؟
- كيف ساعدتكُم الفعاليّة في فهم كيفيّة عَمَل المُضادّات الحيويّة؟

2. الموادّ غير النَّشِطة

يحتوي الدواء أيضًا على مواد غير نَشِطة التي لا تُنفِّذ الفعاليّة الطبيّة. هدف المواد الغير نَشِطة هي تمكين استيعاب المادّة النَّشِطة في الجِسِم، أو التسْهيل على مُسْتعمل الدواء، مثلاً بواسِطة تحسين المَلْمَس، الطعِم، ثبات المواد النَّشِطة وغيرها. حتّى نَفْهم وظيفة المواد الغير نَشِطة يجب أن نعرِف المسار الذي يمُرّ به الدواء من لحظة تناولِه وحتّى فعاليّتِهِ وإخراجِه من الجِسِم.

شاهدوا الفيديو في الرابط: מסלולה של תרופה https://tinyurl.com/micro-maslul

يُمكِن تقْسيم مسار الدواء في الجِسِم لخمسة مراحِل أساسيّة:

أ. امتصاص. تُحدِّد طريقة إعطاء الدواء طريقة دُخول الموادّ إلى الجِسِم. هُنالِك فرق بين عِلاج محلّي وعِلاج منظومي الذي يمُرّ به الدواء من خلال جهاز الدم لكُل الجِسِم.

في علاج منظومي، عندما يتمّ امتصاص الدواء عن طريق الفم (مثلاً كقُرص دواء)، يتمّ امتصاصه من الأمعاء إلى الدم، ويتم نقلُه عن طريق جِهاز الدم إلى جميع خلايا الجِسِم. يُمكِن إعطاء الدواء أيضًا مُباشرةً عن طريق الإنفوزيا

في عِلاج موضعيّ، عندما يتمّ إعطاء الدواء بواسِطة وَضِع مَرْهَم على الجِلد أو بواسِطة استنشاقه للجِهاز التنفُّسيّ، يتم امتصاص أغلب المواد في منطِقة محدودة.

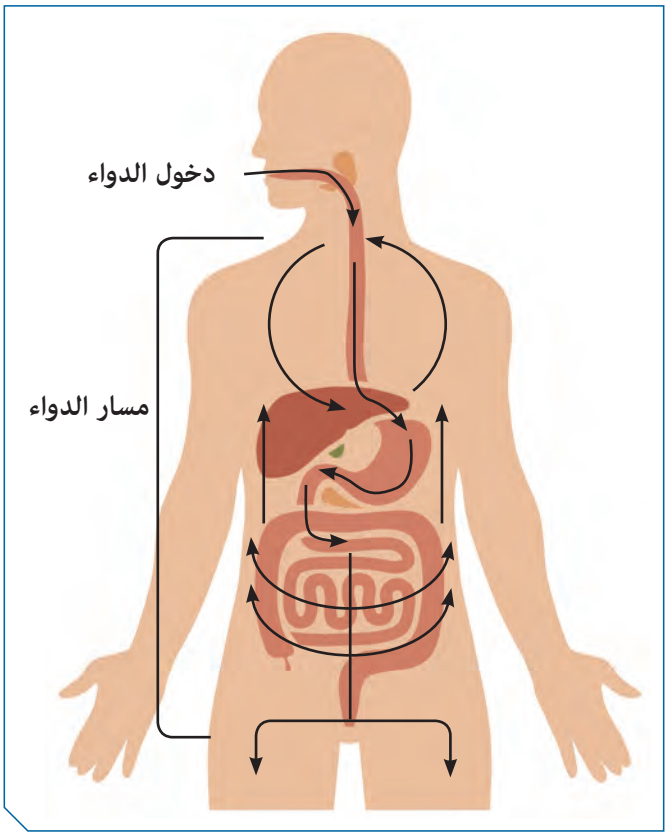
ب. نقِل المادّة النَّشِطة. في عِلاج منظومي، يتم نقل الدواء لكُل الجِسِم بواسطة جِهاز الدم. في عِلاج موضعيّ فإنّه ينتشِر في منطِقة مُعيّنة من الجِسِم.

ج. فعاليّة. عندما يحتوي الدواء على مُضادّ حيويّ فإنّه يتلامس مع البكتيريا ويُلحِق الضّرر في أحد الآليّات لخليّة البكتيريا.

د. تحليل الدواء. تتحلّل بواقي الدواء في الجِسِم، في الكَبِد بالأساس.

هـ. إفراز مواد الدواء: يتم إفراز فائِض الدواء وأيضًا نواتِج تحليله من الجِسِم في البَول.

مسار الدواء في الجِسم



5. أشيروا على الرسم التخطيطي إلى مراحِل مسار الدواء المُضادّ الحيويّ لبكتيريا التهاب الحَلْق الذي يتم بلْعُهُ كقُرص. ما هي المراحِل الناقِصة في الرسم التخطيطي؟
6. أكتبوا بالنسبة لكُل واحِدة من المراحِل الخمسة في مسار الدواء في الجِسم، ما هو الهدف من المرحلة، وما هو المطلوب بِحسَب رأيكم من مواد التي في الدواء، حتّى تصِل المادّة النَّشِطة إلى هدفِها وتعمَل كما يجِب.
7. ما هو الفرق بين مادة نَشِطة ومادة غير نَشِطة؟ لماذا حسب رأيِكُم من المُهم للمُستهْلِك أن يَعرِف ما هي المواد المُعطاة في الدواء؟

ب. الأعراض الجانبيّة والتفاعلات بين الأدوية

هل يعمل الدّواء فقط على النحو الذي أُعِدّ لهُ؟ هل تُوجد بجانب هذه الفعاليّة، تأثيرات أخرى؟

حتّى الآن، تعمّقنا في فعاليّة المُضادّات الحيويّة ضدّ البكتيريا. بما أنّ البكتيريا تعيش على أو داخِل المُضيف (في حالتنا – الإنسان)، هل تُؤثِّر المُضادّات الحيويّة على خلايا الإنسان بالإضافة إلى تأثيرها على البكتيريا؟ ظواهر التي تحدُث نتيجة لتأثيرات غير مرغوبة للأدوية والتي تُسمّى "أعراض جانبيّة"

تتقسّم الأعراض الجانبيّة لثلاثة أنواع أساسيّة، بحسب طابِع تأثيرها: أ. إصابة الأنسِجة (مثلاً الكَبِد أو في الجهاز الهضمي) ب. الحساسيّة ج. تشويش اتّزان الميكروبيوم في الجِسم (تطرّقنا لهذا في الفصل السّابِق).

1. أُنظروا لمنْشور المُسْتهْلِك لدواء مُضادّ حيويّ، وأشيروا إلى مثالين لأعراض جانبيّة. اشرحوا لماذا من المُهِمّ أن نعرف عن هذه الأعراض قَبْل استعمال الدّواء.

أحد الأسباب لأهميّة أن يفْهَم المُعالَج تركيبة الدّواء هو الخوف من الحساسيّة لمُضادّ حيويّ مُعيّن. **ما هي الحساسيّة للمُضادّات الحيويّة؟**

هذا التفاعُل الغير مرغوب بهِ يحدُث عندما يُسبِّب المُضادّ الحيوي، في حالات معيّنة، ردّ فعل قويّ لجِهاز المناعة. يُساعِد ردّ فعل جهاز المناعة الجِسِم في الحالات التي من المُمكن أن تُسبِّب ضررًا مثل بكتيريا، فيروس أو سُم أفعى. في المُقابِل، في الحساسيّة، يتفاعل جِهاز المناعة بحساسيّة مُفْرِطة للمواد التي لا تضُرّ وموجودة في الأدوية، في الغذاء، أو في الهواء مثل مسحوق النباتات أو الغُبار. تتطوّر الحساسيّة بالتدريج. غالبًا بالتلامُس الأوّل مع الدّواء لا يظْهر ردّ فعل حساسيّة. مع هذا، عند التلامُس المُتكرِّر مع الدّواء من المُمكن أن يظهر احمِرار أو طَفح جلديّ، أو مشاكِل في التنفُّس، وحتّى صدمة الحساسيّة – حالة التي يتصرّف بها الإنسان ذو الحساسيّة لدواء بصعوبة في التنفُّس، انخفاض ضغط الدم وغيرها، والتي بدون عِلاج مُلائِم من المُمكن أن تُؤدي إلى خطر على الحياة.

2. افحصوا بين معارِفَكُم – هل يوجد لأحدهم حساسيّة لمُضادّ حيويّ مُعيّن؟ ما هي التعليمات التي حصل عليها لمنع أعراض جانبيّة من الأدوية؟

روابط للتوسُّع

- רשף אבנר (2005) אלרגיה לתרופות https://tinyurl.com/elergia-antib
- תרופות סותרות- איך נלחמים בתופעות לוואי (חברת טבע) https://tinyurl.com/side-levai
- חשיבות המידע על חומרים בלתי פעילים: שלהבת, ר. (2016) על לקחי אסון שיקוי הסולפה בארה"ב, מכון דוידסון https://tinyurl.com/sulfa-levai

ج. الجُرعة ومُقاوَمَة المُضادّات الحيويّة [18]

البكتيريا العُليا"- النِّضال الجديد

سافَرَ داڤيد ريتشي، ابن الـ- 19، إلى الهند عام 2011. بعد حادِث قطار الذي خسِرَ به قدَمهُ، تمّ نقلُهُ إلى بلدِهِ إلى مُستشفى في سياتيل، في الولايات المُتّحِدة. عند إدخالِهِ إلى المُستشفى تلقّى أنباءًا سيِّئة: اكتشفوا في جسمِهِ عِدّة أصْناف من البكتيريا المُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة. أُعطِيَ لهذه الأصْناف التسمية البكتيريا العُليا (Super Bug) لأنّه كان لديها مُقاوَمة لجميع أنواع المُضادّات الحيويّة الموجودة في السوق. تمّ نقِل داڤيد مُباشرةً لغرفة معزولة وعولِج بواسطة أنواع مُضادّات حيويّة مُختلِفة، دون أيّ نجاح. في مُحاولة لإيجاد حلّ آخر، مرّ بعدّة عمليّات لإزالة الأنسجة المُصابة. بعد عدّة أشهُر بدأ التلوُّث بالتلاشي. لكنَّ ريتشي، الذي يدرس اليوم في الكُليّة ويطمح أن يُقبل في مدرسة الطّبّ، لم يخرُج نهائيًا من الخَطَر. وقد قالَ: "قال لي الأطبّاء أنّهُ يُوجد احتمال 30% لرُجوع التلوُّث. في كُل سنة التي لا يعود بها التلوُّث، يقلّ احتمال رجوعه".

ريتشي هو واحِد من بين عدد آخِذ في الازدياد من الأشخاص الذي يُحارِبون البكتيريا المُقاوِمَة، التي من الصعب أكثر وأكثر مواجهتُها بواسطة المُضادّات الحيويّة. يُحذِّر المُختصُّون من أنَّ المُقاوَمَة للمُضادّات الحيويّة من المُمكِن أن تُرجِع الطِّب 70 – 80 سنة إلى الوراء. في العَصر الذي ما بعد المُضادّات الحيويّة من المُمكن أن يموت الأشخاص مثلاً من التهاب الحلق أو من جُرح.

من التقرير السنويّ لمُراقِب الدولة 2014: بحَسَب حساب الذي نفّذهُ المركز القُطريّ لمنع التلوُّثات والمُقاوَمة للبكتيريا عام 2012، أنّ عدد الوفيّات المُتعلِّقة بتلوُّث الذي مصدرَهُ من البكتيريا المُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة أو التي لديها حساسيّة تِجاهها في المُستشفيات في إسرائيل يُقدّر بـ- 4,000-6,000 مريض في السنة. عدد الأشخاص في إسرائيل التي تُصاب بعدوى من بكتيريا مُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة في السّنة هو 30 ألفًا.

3. **مُنظّمة الصحّة العالميّة:** "بدون فعالية طواريء مُلائِمة، سوف يتدهور العالم لِعَصر جديد، عصر ما قبل المُضادّات الحيويّة، والذي تكون فيهِ خطورة الموت من تلوُّث بسيط مثل الخَدْش". ما هي بحسب رأيِكُم الفعاليّات التي يجب تنفيذُها لِمنع هذه الحالة؟

18 بحسب Beth Howard, Oct. 14, 2015 U.S. News and World Report

في منشور المُدير العامّ لوزارة الصحّة منذُ أيلول 2012 "תוכנית לאומית לשימוש מושכל באנטיביוטיקה": إحدى التوصيات هي تعليمات لاستعمال ذكيّ للمُضادّات الحيويّة: مِن بين التوصيات: "مُدّة العِلاج، الجُرعة، والطريقة المُناسبة لإعطائها".
https://tinyurl.com/tochnit-leumit

حتّى نفهم التوصيات، نُخمّن نتائج المُحاكاة التالية:

تجمُّعات البكتيريا هي ذو صِفات مُتنوِّعة بِشكل طبيعيّ. إحدى صفات البكتيريا هي المُقاومَة للمُضادّات الحيويّة.
أكتبوا ماذا سيحدُث، حسب رأيِكُم، لتركيبة تجمُّعات البكتيريا في الوعاء الذي أمامكُم:
أ. مُباشرةً بعد إضافة المُضادّ الحيويّ بنيتسلين؟
ب. بعد عدّة أيّام؟
ج. عند إعطاء وجبة إضافية من البنيتسلين؟
أُدخلوا إلى الرابط https://tinyurl.com/amidoot وتستطيعون فَحْص فرضيّتِكُم في المُحاكاة وفي المهام: "بكتيريا مُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة" [19]

4. على ضوء إجاباتِكُم، اشرحوا لماذا يجب الحِفاظ على الجُرعة وعلى عدد أيّام العِلاج بالمُضادّات الحيويّة بحسب تعليمات الطبيب؟

قالَ ألكسندر فلامينج، مُكتشِف البنيتسلين، في خِطابِهِ في حفل استلام جائِزة نوبيل عام 1945: "لا تُوجد صعوبة لِجعل البكتيريا تُصبِح مُقاوِمة للبنيتسلين... هُنالِك خطورة في أن يتعرّض الأشخاص لجُرعات مُضادّات حيويّة تبقى فيها البكتيريا المُقاوِمَة على قيد الحياة، وهكذا تتحوّل تجمُّعات البكتيريا لمُقاوِمَة".

5. يشْمل استهلاك المُضادّات الحيويّة أيضًا الموادّ المُضادّات الحيويّة الموجودة في غِذائِنا. تتطرّق مزرعة ألبان إسرائيل لهذا: من المُهم أن نَعْرِف أنّه يُوجد في البلاد مِعْيار الذي يشمل مَنع وُجود مُضادّات حيويّة في الحليب، وتُوجد آليّات إشراف ومُراقبة شديدة على هذا، والتي تُنفَّذ بواسِطة عدّة جِهات: أ. المُزارعون – يتمّ حَلْب الأبقار التي تحصُل على المُضادّات الحيويّة بشكل مُنفَصِل، ولا يتمّ إرسال حليبها بتاتًا إلى مَعامِل الحليب.

ب. مَعامِل الحليب – يتمّ فَحْص وُجود المُضادّات الحيويّة في الحليب على بوابة مَعْمل الحليب. الحليب الذي تُوجد به مُضادّات حيويّة يُرمى ويُعاقَب فلاح مزرعة الألبان.
ج. وزارة الزّراعة- يَفْحص الأطبّاء البيطريّون من وزارة الزراعة وجود المُضادّات الحيويّة في الحليب في مزارع الألبان .
د. وزارة الصحة – مُراقبة مزارع الألبان، مصانع الألبان، في الحوانيت لإيجاد بقايا المُضادّات الحيوية.
ما هي أهميّة هذا التفتيش الدقيق على وُجود المُضادّات الحيويّة في الحليب؟

19 طُوِّرَ لوزارة التربية والتعليم بواسطة אלנט

للتوسُّع

כרם אביטל, דו"ח: חיות בישראל מקבלות כמות אנטיביוטיקה חריגה, ומסכנות את הצרכן, הארץ 10.5.15
https://tinyurl.com/avital-milk

تجرِبة 6: حساسيّة البكتيريا للمُضادّات الحيويّة [20]

الأدوات والموادّ [21]

- 2 صحون بتري التي تحتوي على آجار مُغذّي (nutrient agar).
- بكتيريا: إشريكية قولونيّة، المكورة العنقوديّة.
- أقراص مُضادّات حيويّة: بنيتسلين، أموكسيتسلين، سولفا، تتراتسيكلين.
- عصا دريجلسكي أُحاديّة الاستعمال، لزرع البكتيريا.
- مَلْقط مُعقَّم
- من المُفضَّل وُجود مَوْقَد غازيّ للحِفاظ على شروط مُعقّمة.

اقرؤوا سيْر التجربة، قَبْلَ تنفيذ التجربة، وأجيبوا عن الأسئِلة التالية:

1. ما هو هدف التجربة؟ اشرحوا كيف يُحقِّق سير التجربة هذا الهدف.
2. اقرؤوا مرة أخرى البند أ1: تركيبة الدواء – المُكوِّنات الفعّالة، وخمِّنوا ممّا تعرِفوه عن آلية فعاليّة كُل واحدة من المواد المُضادّة الحيويّة التي ستَسْتعمِلونها: كيف ستبدو الصّحون بعد عدّة أيام؟

سير التجربة

سنَفحَص فعاليّة المُضادّات الحيويّة على مُسْتنْبَت المُغطّى بكامِله بالبكتيريا بشكل مُتساوٍ. لهذا سنزرع البكتيريا بـ "زراعة مُستعْمرات" بحسب التعليمات التالية:

- سجّلوا إسمكُم وإسم البكتيريا التي زرعتموها على صَحن البتري (ليس على الغِطاء)، بِحيث لا يُؤثِّر على قراءة النتائج.
- أشيروا بِخَطّين على ظهر الصَّحِن، واحدًا طوليًا والآخر عرضيًا، بحيث يتمّ تقسيم الصّحِن لأربعة أقسام، وأكتبوا في كُل رُبع الرقم: 1,2,3,4.

  سيكون زَرع البكتيريا بِشروط مُعقّمة، من المُفضّل بجانب النار.
- في يد واحدة افتحوا أنبوب بكتيريا E. coli، وفي اليد الأخرى اسحبوا 0.1 ميليلتر (استعمِلوا ماصّة مُعقّمة، أو قطّارة مُعقّمة أو أُحاديّة الاستعمال). أغلِقوا الأنبوب مُباشرةً واتركوه، بحيث تُمسكون القطّارة باليد الأخرى.

---

20 التجربة بالإعتماد على: לנדמן נורית, לוי קרן וד"ר פרץ אבי, הוראת נושא האנטיביוטיקה לאור הרעיון המדעי, מוט"ל.

21 يُمكن طلب البكتيريا، المواد المُضادّة الحيويّة وأوساط التنمية هذه من المركز لتطوير ودعم المختبرات المدرسية، مدرسة التربية - جامعة بار إيلان

- قطِّروا في مركز الصّحن المُلائِم قطرة 0.1 ميليليتر من مُسْتنْبت E. coli.
- وزّعوا القطرة على سطح المُسْتنْبت بواسطة عصا دريجلسكي مُعقّمة، من المُفضّل أُحادية الاستعمال.
- بِشكل مُشابه قوموا بزَرع مُسْتعْمرات من بكتيريا المكورات العَنْقودية في الصَّحن المُلائِم.
- انتظِروا مُدّة 10 دقائِق بعد الزَرع قبل وضع قُرْص المُضادّ الحيويّ.
- ضعوا أقراص المُضادّات الحيويّة بالطريقة التالية:

نُحدِّد منذُ البداية مُفتاحًا للمُضادّات الحيويّة: 1=پنيتسلين، 2=أموكستسيلين، 3=سولفا، 4=تتراتسيكلين.
نَضَع في كُل صحن 4 أقراص مُضادّات حيويّة مُختلِفة، ونُسجِّل عليها بالتلاؤم. نضع المُضادّات الحيويّة بمُساعدة مِلْقَط الذي وُضِع في الكحول.

- ضعوا الصُحون في درجة حرارة 37^0C لمُدّة 24 ساعة، أو ضعوها في درجة حرارة الغرفة لعدة أيّام.
- في الدّرس القادِم: قيسوا قُطُر الهالَة الشفّافة التي تُحيط أقراص المُضادّات الحيويّة.

نتائِج التجربة

أكمِلوا الجدول التالي: قيسوا بواسطة مسطرة قُطُر الهالَة الشفّافة التي تُحيط أقراص المُضادّات الحيويّة.

اسم المُضادّ الحيويّ	قُطُر الهالَة الشفّافة (ملم)	
	E. coli	المكورة العنْقوديّة
پنيتسلين		
أموكسيتسلين		
سولفا		
تتراتسيكلين		

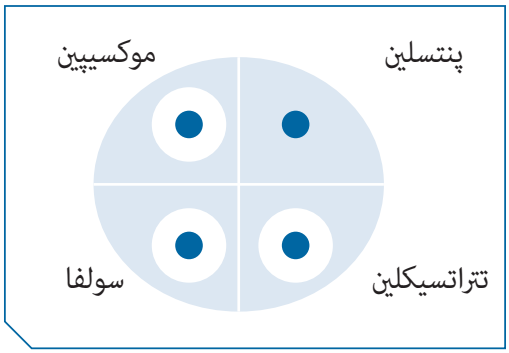
يجب إبادة البكتيريا في نهاية التجربة بواسِطة إدخالِها للمُوصَدة أو لطَنْجرة ضغط بأكياس مُلائِمة (بالتلاؤم مع قوانين الأمان في المُختبرات)، تطهير طاولات العَمَل بالكُحول، وغَسل اليدين بالصابون.

أجيبوا عن الأسئلة التالية بعد تنفيذ التجربة:

3. هل تُلائِم نتائِج التجربة الفرضيّات التي اقترحتُموها قبل التجربة؟ إذا لا – ما هو الفرق بينهُم؟
4. ما هي الاستنتاجات التي تنبُع من نتائِج التجربة؟
5. بالإعتِماد على نتائِج التجربة، أجيبوا عن الأسئلة التالية:

أ. في أعقاب تذمُّر من آلام في البطن السُفلي، تمّ تشخيص يعقوب كمريض بالتهاب في المسالِك البَوليّة. اتّضَح من الفَحص المَخبريّ أنّهُ يُوجد في البَوْل قِيَم مُرْتَفِعة من بكتيريا E.Coli. أي من المُضادّات الحيويّة ستُوصون بإعطائِه للمريض؟ لماذا؟
ب. اتّضَح أنّه توجد لدى يعقوب حساسيّة للسولفا. أي مُضادّ حيويّ آخر ستأخُذونهُ بعين الاعتبار؟ اشرحوا لماذا.

6. فُحِصَ في تجربة تأثير أنواع المُضادّات الحيويّة المُختلِفة على البكتيريا العصويّة، حصلوا على النتائج التالية:



يُمكِن الاستنتاج من هذه النتائج أنّ (اختاروا القول المُلائِم):
1. المُضادّ الحيويّ بنيتسلين ناجِع في مُقاومَة بكتيريا العُصيّات، بينما الموكسبين غير ناجِع في مُقاومَتِها.
2. المُضادّ الحيويّ موكسبين ناجِع في مُقاومَة بكتيريا العُصيّات، بينما البنيتسلين غير ناجِع في مُقاومَتِها.
3. بكتيريا العُصيّات مُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة من نوع تتراتسيكلين وسولفا.
4. جميع المُضادّات الحيويّة ستكون ناجعة في إبادة بكتيريا العُصيّات.

نفِّذوا أيضًا تجرِبة افتراضيّة في الرابط (يَعمل في الاكسبلورر فقط): Cindy Arvidson מעבדה וירטואלית למדידת רגישות לאנטיביוטיקה. حتّى تُنفِّذوا قياسات بواسطة المسطرة اضغطوا على START.

https://tinyurl.com/antibio-virtual

تلخيص موضوع المُضادّات الحيويّة

1 . ارجعوا بمجموعات لخارطة المُصطلحات التي حضّرتُموها في بداية فصل "المُضادّات الحيويّة".

أثْروا الخارطة، صحِّحوا، أو حضّروا خارِطة جديدة مُحتْلنة.

2. ارجعوا إلى استمارة مُنظّمة الصحّة العالميّة، وحتلِنوا إجاباتكُم بحسب المعرفة التي اكتسبتموها خلال الفصل.

للتّلخيص

تمعّنوا بقائِمة الأسئِلة التي جُمِّعَت في بداية الفصِل.

- لخِّصوا: أيّ من الأسئلة تستطيعون الإجابة عليها الآن، بعد أن تعلّمتُم عن البكتيريا.
- عمل بأزواج: اختاروا سؤالاً من قائمة الأسئلة التي لم تُجيبوا عنها، وحاولوا البحث عن معلومات في الشبكة العنكبوتية التي من الممكن أن تُساعِدكم في الإجابة عن السؤال. شاركوا الصّفّ في إجابتكم.

روابط للتوسُّع

בלתי ניתנים לשליטה. טלי שמיר כלכליסט 2.1.14 https://tinyurl.com/bilty-shlita

סרט: ערוץ 1 , 2012 מתוך: "יומן", קטי דור: החיידקים העמידים בבתי החולים: חלק ראשון, חלק שני https://tinyurl.com/amidim2 https://tinyurl.com/amidim1

מנגנוני עמידות לאנטיביוטיקה- ארז גרטי 9 בנובמבר 2010, מכון דוידסון https://tinyurl.com/amidut

تلخيص الفصل

- البكتيريا مبنيّة من خلايا التي لا تحتوي على نواة وعُضيّات مُحدّدة
- تتكاثَر البكتيريا بواسِطة إنقسام الخليّة
- تتعلّق وتيرة تكاثُرِها بِعوامِل بيئيّة
- تُستعْمَل البكتيريا في صناعة الأغذية
- هُنالِك بكتيريا التي تُسبِّب الأمراض في شروط مُعيّنة
- يُمكِن تمييز البكتيريا في المُختبر
- يُمكِن مَنع الأمراض التي تُسبِّبُها الكائنات الحيّة الدّقيقة بواسطة الحفاظ على شروط النظافة
- يُمكِن مُعالجَة الأمراض التي تُسبِّبُها البكتيريا بِمُساعدة مُضادّ حيويّ الذي يضُرّ بالبكتيريا ولا يضُرّ بالإنسان
- استعمال المُضادّات الحيويّة بشكل كبير من المُمكن أن يُؤدّي إلى تكاثُر البكتيريا المُقاوِمَة للمُضادّات الحيويّة

فصل 3: الڤيروسات

ماذا يهُمُّكَ أن تعرِف عن الڤيروسات؟
على كُل طالب/ة تسجيل أسئلة على ورقة (لا يوجد إلزام لتسجيل الإسم).
أنتجوا مخزن لكُل الأسئلة التي بقيت في الصّفّ، حتى تستطيعون استعمالها خلال أو في تلخيص الفصل.

طوَّرَ الباحِث شارل شمبرلن، من مُختبر لوي باستر، عام 1884 مِصفاة من الخارصين لتطهير السوائِل من البكتيريا (في الصورة).
تمُرّ المياه من خلال المِصفاة وتجري داخل وعاء الخزف ذات الثقوب الأصغر حجمًا من حجم البكتيريا. تخرُج المياه بواسطة حنفية في قاع الوعاء.

1. ماذا تمنّى شمبرلن وأصدقائِهِ في معهد باستر، بحسب رأيك، أن يُحقِّقوا بهذا؟
2. اتّضَح في حالات مُعيّنة أنّه بالرغم من استعمال المصفاة، وُجِدت سوائِل التي ما زالت تحتوي على مُسبّبات الأمراض. كيف يُمكِن تفسير هذا؟

اتّضحت في الأمراض مِثل مرض الحُمّى القلاعيّة والكَلَب مُسبّبات أمراض مُعدِية والتي ليست بكتيريا. سمّى العُلماء المُسبِّب ڤيروس، والتي معناها باللاتينيّة سمّ. المُصطَلح في اللُّغة العربيّة لڤيروس هو حُمَة (נגיף بالعبريّة) من كلمة "وَباء" بسبب الحقيقة أنّ الڤيروسات تُؤدّي إلى أوبِئة مثل الجَدْري والإنفلونزا.
ابتداءًا من سنوات الأربعينيات من القرن العشرين كانت هُنالِك إمكانية لرُؤية الڤيروسات بالمَجْهَر الإلكتروني والتعلُّم عن فعاليّتها.

3. لماذا كان من الصعب تمييز الڤيروسات حتّى عام 1939؟

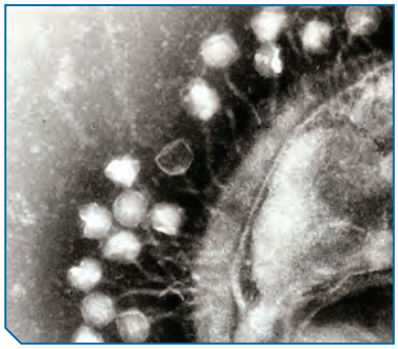
فعاليّة في مجموعات

أمامكُم الأشياء التالية: كأس ماء، حُبيبات پوپكورن، ورقة شَجَر، ريشة، حُبيبات تُراب، بيضة.

- أي من بين هذه الأشياء هو كائِنات حيّة؟
- كيف تُعرِّفون كائِن حيّ؟
- ابنوا قائمة لنشاطات أساسيّة التي تقوم بها الكائنات الحيّة.

لا تستطيع الڤيروسات بنفسِها تنفيذ الفعاليّات: تنفُّس، تغذية، تكاثُر، النُّمُو والتطوُّر. ولهذا علينا أن نفحص كيف تتواجد، وكيف تُؤدّي إلى الأمراض.

أمامكُم صور لڤيروسات التي تُهاجِم كائنات أُخرى. من اليمين، ڤيروس الذي يُهاجِم الفلفل، ومن اليسار صورة بالمَجْهر الإلكتروني لڤيروسات التي تُهاجِم البكتيريا . تمعّنوا بالصُّور.



1. هل حسب رأيكُم، في الحالات الموصوفة في الصُّور، على الڤيروس تنفيذ جميع الفعاليّات التي ذكرتموها في قائِمَتِكُم؟ علِّلوا إجابتكُم.

تستطيع الڤيروسات التكاثُر فقط داخِل خلايا كائِنات أخرى: حيوانات، نباتات وحتّى كائنات حيّة دقيقة. يبدو مبناها بسيط جدًا نسبيًا. فهي تحتوي مادة وراثيّة فقط، مبنى زُلالي الذي يحميه، أغشية، ولا يُوجد لها عُضيّات.

إذًا ما هو الڤيروس؟ يحتوي الڤيروس على معلومات وراثيّة لإنتاج زُلاليّات لكن حتّى يتم تكرار هذه المعلومات أو إنتاج زُلاليّات منهُ (التي تُؤثِّر على الصّفات) عليه أن يعمَل في خليّة مُضيفة. وبهذا، فإنّ الڤيروس يجعل الخليّة المُضيفة تقوم بفعاليّات التي تُمكّن الڤيروس من التكاثُر. فهو يعتمِد على إمْدادات الطاقة والغذاء من الخليّة، على بناء المواد وعلى قُدرة الخليّة لبناء ڤيروسات جديدة ذوات صِفات مُتشابِهة.

عندما يكون خارج الخلايا، يكون للڤيروس مبنى مُميَّز، الذي يُمكِّنُهُ من التواجُد عند الانتقال من الخليّة التي تكاثر بها إلى الخليّة التالية التي سيُصيبُها بالعَدْوى. حتّى يتكاثر الڤيروس، يجب عليه الدخول إلى خليّة مُضيفة التي يتضاعف فيها.

الڤيروسات مسؤولة عن عِدّة أمراض في الكائنات الحيّة مثل: الانفلونزا، الحَصْبة، الكَلَب، الإيدز، الجُدري، الحُمّى القلاعيّة وغيرها. تُؤدّي الڤيروسات أيضًا إلى أمراض في النباتات، وهُنالِك أيضًا ڤيروسات التي تخْترِق خلايا البكتيريا.

2. هل يُمكن، بحسب رأيكُم، تسمية الڤيروسات كائنات حيّة؟ أكتُبوا إدّعاء الذي يشمل حقيقة وتفسيرها.

3. ينجُم مَرَض الكَلَب عن ڤيروس. طَوّر "لوي باستر" تَطْعيم لمرَض الكَلَب، لكنّهُ لم ينجَح في عزِل المُسبِّب لهذا المَرَض. لم يستطِع العُلماء الذين عاشوا في الثُلث الأخير من القرن الـ- 19، بعد أن تمّ تمييز وعزِل الكثير من **البكتيريا** مُسبِّبات الأمراض، أن يعزلوا **ڤيروس** مرض الكَلَب. أذكروا سببين لهذه الصُّعوبة في عزِل الڤيروس.[22]

حجم الڤيروسات

الڤيروس هو شكل حياة طَفيل أصغر بكثير من كُل خليّة حيّة نعرفُها. يمكن رؤيته فقط بواسطة المَجهر الإلكتروني.

4. أمامكُم رسم تخطيطيّ الذي يُمثِّل مِقدار الحجم.

أ. رتِّبوا الأجسام التي في القائمة التالية بحسب حجْمِها.

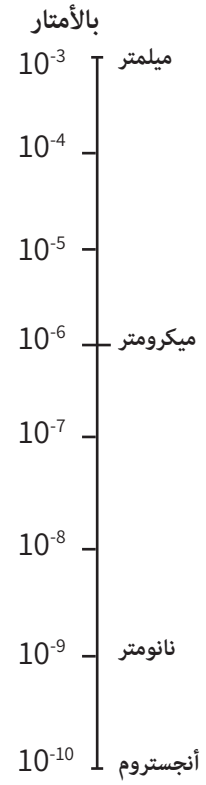
ب. أكمِلوا الجدْول: سجِّلوا حجم كُل جِسم (بحسب المسطرة في يسار الجدْول)، وأعطوا مثالاً لكُلّ جِسم من الأجسام المُسجّلة أدناه:

ذرّات، خلايا حقيقيّات النُّوى (ذوي نواة وعُضيّات)، ڤيروسات، جُزيئات صغيرة، خلايا بدائيّات النُّوى (عديمة نواة وعُضيّات)، زُلاليّات (جُزيئات ضخمة).

22 من إمتحان بجروت البيولوجيا 2003.

جدول مِقدار الحجم

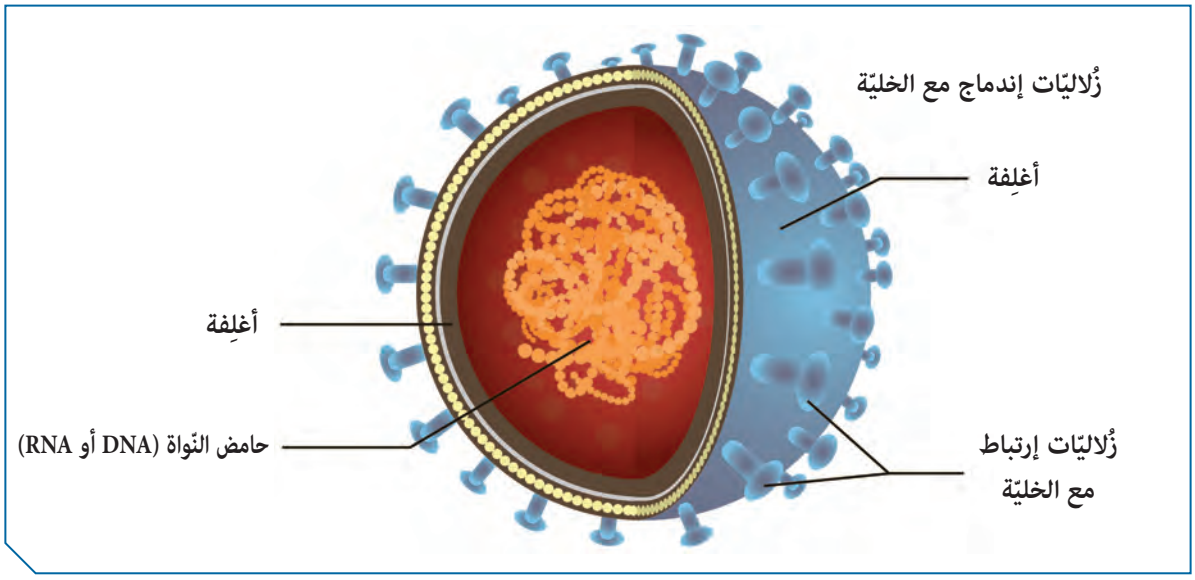
مِقدار الحجم	مثال	الجِسم
أعشار الميلمتر	خليّة عضلة	
ميكرومترات مُنفرِدة	بكتيريا السلامونيلا	
	فيروس إنفلونزا	
		زُلاليّات
نانومترات		جُزيئات صغيرة
أنجسْتروم 1/10,000,000,000 م'	ذرّة كربون	



5. بِكم مرة الفيروس أصغر من خليّة حقيقيّة النواة (ذو عُضيّات ونواة)، وبِكم مرة أصغر من البكتيريا؟

مبنى الفيروسات

بما أن الفيروس صغير، فإنّهُ يحتوي على مُكوِّنات قليلة الضّروريّة لوظيفتِهِ. في كُل فيروس تُوجد مادّة وراثيّة (DNA أو RNA)، التي تحتوي على الصّفات الوراثيّة المُميِّزة للفيروس. المادة الوراثيّة مُغلّفة بأغلِفة، التي ترتبِط بها زُلاليّات التي تُمكِّن من تمييز وارتباط الفيروس للخلايا المُلائِمة، ولإدخال المادّة الوراثيّة إلى الخليّة، بعد دَمج غِشاء الفيروس مع غِشاء الخليّة.



6. أُذكُر مُكوّنان في مبنى الفيروس اللذان يُساهِمان لفعاليّتِه. اشرح كيف يُساهِم كُل مُكوِّن لفعاليّة الفيروس.

عمليّة العَدْوى

[يُمكن الاختيار بين هذا التمرين وبين فعاليّة تمثيل 1: عَدْوى الخليّة بواسطة فيروس الإنفلونزا أدناه]

يتكوّن المسار، من لحظة عَدْوى الخليّة وحتّى عَدْوى الخلايا الإضافيّة بواسِطة الفيروس، من عِدّة مراحِل:

أ. **إمتصاص وإرتباط الفيروس بالخليّة المُضيفة:** تُهاجِم الفيروسات خلايا مُعيّنة (مثلاً تُهاجِم فيروسات اليَرقان خلايا الكَبِد، وفيروسات الكَلَب خلايا الجِهاز العصبيّ). التّعارُف بين الفيروس والخليّة الخاصّة يتمّ بواسِطة ارتباط الزُّلاليّات، الموجودة في غِشاء الفيروس، للمُسْتقْبِلات الموجودة على سطح الخليّة المُضيفة. المُلاءَمة البنائيّة بينهم دقيقة، مثل التي بين المُفتاح والقفل.

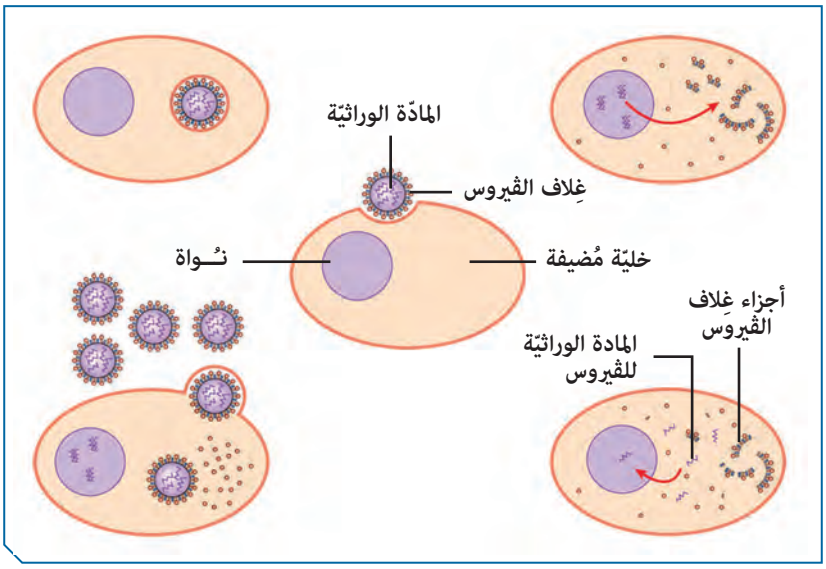
ب. **إدخال المادة الوراثيّة للخليّة المُضيفة:** يُزيل الفيروس الكبسولة التي تُغلِّفهُ خلال دُخوله للخليّة، أو يدخُل بِكامِلِه لداخِلاً الخليّة ويُزيل هُناكَ الغشاء، وهكذا تصِل المادّة الوراثيّة فقط لداخِل سيتوبلازما الخليّة.

ج. **بِناء وتِكرار مُكوِّنات الفيروس:** يجعل الفيروس الخليّة المُضيفة أن تُنْتِج نُسَخ عديدة من المادّة الوراثيّة الفيروسيّة والزُّلاليّات التي تُكوِّن أغشِية الفيروس. في هذه المرحلة تُصاب الوظائِف الاعتياديّة للخليّة.

د. **تعبئة (نُضوج):** تتجمّع المادّة الوراثيّة وزُلاليّات الفيروسات لوحدات فيروسيّة المُسمّاة فيرونيّات (مُفردها فيريون).

هـ **التحرير:** تتحرّر الفيريونيّات من الخليّة المُضيفة، عادةً بعد إنفجار الخليّة. وهكذا تستطيع الآن الانتشار بواسِطة سوائِل الجِسم وأن تُصيب الخلايا الإضافيّة بالعدْوى.

تعتمِد الأسئلة التّالية على المَقال في الرابط: برندون, دنאי, שוורצזון (2011) שפעת מקסיקו – עובדות דעות ופרש־נויות, משרד החינוך.



6. رتّبوا الرسوم التوضيحيّة بِحسَب تسلْسُل عمليّة العَدْوى وتكاثُر الفيروس، وصِفوا عمليّة العَدْوى.

7. بِحسَب الرسِم التخطيطيّ، يتّضِح أنّهُ ينتُج المزيد والمزيد من الفيروسات، التي من المُمكن أن تُهاجِم المزيد والمزيد من الخلايا – ماذا يمْنع الفيروسات من التكاثُر إلى مالا نهاية؟ اعرضوا آليّتين على الأقل. رَمز: تَساعدوا بالفكرة العلميّة التالية: "تُوجد في جِسم الإنسان آليّات للمُراقبة ولتنظيم وللحِفاظ على مجال شروط مُثلى التي تُمكِّن من الأداء السليم لأجهزة الجِسم – تُوجد أجهزة حماية، من بين أمور أخرى، من دخول عوامِل غريبة مثل الكائنات الحيّة الدّقيقة، مواد مُثيرة للحساسيّة، كائنات حيّة وساكِنة". فكّروا أيضًا بالمسار الذي على الفيروس أن يمُر به حتّى يُصيب شخص آخر.

- מנגנון הדבקה בפוליו (אנגלית) https://tinyurl.com/polio-hadbaka

عن الڤيروسات والبكتيريا[23]

يُوجد تشابُه مُعيّن بين البكتيريا والڤيروسات، لكن تُوجد أيضًا اختلافات عديدة بينها.

8. املئوا المُعطيات المُختلفة في الجدول بالنسبة للبكتيريا والڤيروسات بحسب ما تعلّمتُم حتّى الآن.

في الأماكن المُشار إليها بنَجمة* أضيفوا معايير من عندَكُم وأكمِلوا الجَدْول.

	معايير للمُقارنة	بكتيريا	ڤيروسات
مبنى			
حجم			
عُضيّات			
طريقة التكاثُر			
تنفيذ فعاليّات الحياة			
ضَرَر للإنسان			
فائِدة للإنسان			
حساسيّة للمُضادّات الحيويّة			
*			
*			

أ. ما هي نقاط التّشابُه بين البكتيريا والڤيروس؟ (أُذكروا اثنين على الأقل)

ب. أُذكروا فرقين كبيرين بين البكتيريا والڤيروس.

ج. بالاعتماد على ما تعلّمتُم، هل يُمكن استعمال المُضادّ الحيويّ كعِلاج في الأمراض الڤيروسيّة؟

للتوسُّع

- אנימציה - מהו ההבדל בין וירוס לחיידק Ynet 18.3.13 https://tinyurl.com/hevdel-animation
- דוסטר (2015) על ההבדל הדק בין וירוס לחיידק MAKO https://tinyurl.com/hevdel-dak
- בר ניר,2009, חיידק או נגיף, גליליאו https://tinyurl.com/haidak-nagif
- בר ניר, 2008, על נגיפים, חיידקים ומה שביניהם, The Pharma https://tinyurl.com/ma-binehem

23 بالإعتماد على אמירה ויינברג. אולפנית אורט אמונה, טבריה

3.1 مَرَض الإنفلونزا

استطلاع مُسبَق بين طُلاب الصّفّ:

1. هل أُصِبْتَ سابقًا بالإنفلونزا؟ نعم/ لا
2. هل يُمكن أن تكون الإنفلونزا خطِرة؟ نعم/ لا/ أحيانًا
3. هل المُضادّات الحيويّة ناجِعة في علاج الإنفلونزا؟ نعم/ لا/ أحيانًا
4. هل تطعّمتَ في الماضي ضدّ الإنفلونزا؟ نعم/ لا

• لخِّصوا نتائج الاستطلاع، وناقشوا معنى نتائِجَهُ.

مُقدِّمة

يُهاجِمنا مَرَض الإنفلونزا في كُل عام. ينتشِر أحيانًا لمُستوى وَباء الذي يتفشّى بِشكل عالميّ. خلال التاريخ، مُنذُ عام 1700، سُجِّلت تسعة تفشّيات لوباء الإنفلونزا، ماتَ فيها ملايين الأشخاص. من بين مُسبّبات الموت الموجودة اليوم، الإنفلونزا هي المرض الڤيروسي المُؤدّي لأعلى مُعدّل وفيّات.

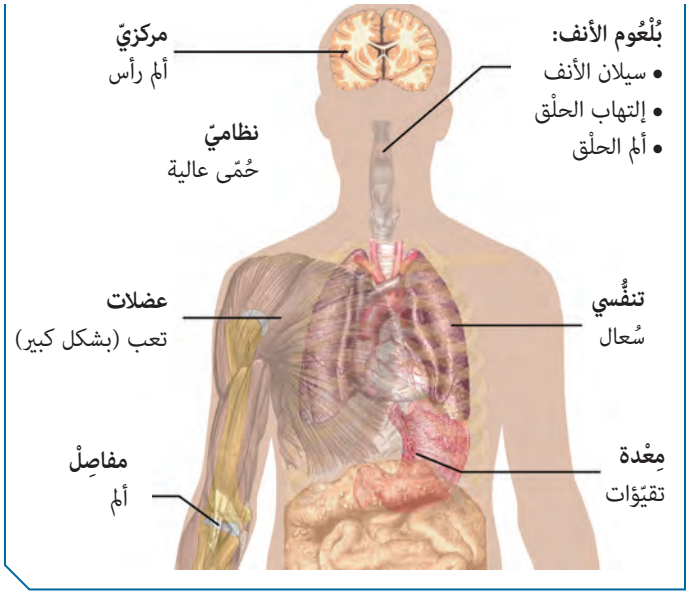
لماذا تتفشّى الإنفلونزا كُل عام من جديد؟ كيف ولماذا تنتشِر بين السُكّان؟ كيف يُسبِّب الڤيروس أعراض المرض؟ وبالاعتماد على ماذا نُقرّر هل نأخُذ التطْعيم ضدّها؟

سنُجيب عن هذه الأسئلة وغيرها خلال الفصل.

تحدُث العَدْوى بالإنفلونزا من شخص إلى آخر عن طريق الهواء. يَنتقِل ڤيروس الإنفلونزا من أعضاء التنفُّس لدى المريض إلى أعضاء التنفُّس لدى الأشخاص الآخرين بواسطة السُّعال، العَطْس أو استعمال أجسام لمسَها الشخص المُصاب. يُعدي الڤيروس الخلايا في المسالِك التنفُّسيّة العُليا ومن المُمكن أن يصِل أيضًا إلى الرئتين، وأن يؤدّي إلى ارتفاع حادّ في درجة الحرارة يُرافقُهُ قشعريرة، آلام في الرأس، تعب في العضلات والتهاب في الحَلق. يستمرّ المَرَض عادةً أيّام معدودة والشّفاء يكون سريعًا. في حالات مُعيّنة هنالِك خطر لتعقيدات، عادةً نتيجة لِضَعْف في جِهاز المناعة نتيجة للمَرَض، الذي من المُمكن أن يُؤدّي إلى انتشار تلوُّث بكتيريا إضافي.

يُصاب في كُلّ عام 3 – 5 مليون شخص بإنفلونزا قاسية، من بينهم 250,000 حتّى 500,000 يموتون من المَرَض. تتطوّر لدى أغلَب المرضى مناعة لأصناف الڤيروس الذي أُصيبوا به. لكن بما أنّه تحدُث تغييرات وراثيّة بشكل كبير في ڤيروسات الإنفلونزا، تنتُج أصناف جديدة التي لا يُوجد لها تَطْعيم.

أعراض المَرَض



تظهر أعراض الإصابة بالڤيروسات (من أنواع مُختلِفة) بِعدّة طُرُق:

- إفراز موادّ (السيتوكينات) بواسطة خلايا جِهاز المناعة، كجُزء من نِظام حماية الجِسم، من المُمكن أن تُؤدّي إلى أعراض مثل الحرارة، آلام في العضلات وآلام غير مُحدّدة.
- هَدِم الخلايا بواسِطة الڤيروس من الممكن أن يُشوِّش وظيفة الأنسِجة المُصابة (مثلاً هَدِم الخلايا في الأمعاء بواسطة الڤيروسات من المُمكن أن يُسبِّب إسهال، هَدِم الخلايا في الجِهاز العصبيّ بواسطة ڤيروس شلل الأطفال من المُمكن أن يُؤدي إلى شَلَل).
- هَدِم الخلايا التي أُصيبَت بواسِطة الڤيروس، نتيجة لتفاعُل خلايا جِهاز المناعة التي تقتُل الخلايا التي تحتوي على الڤيروسات (مثلاً هَدِم خلايا الكبِد بواسِطة التهاب الكبِد الڤيروسي).

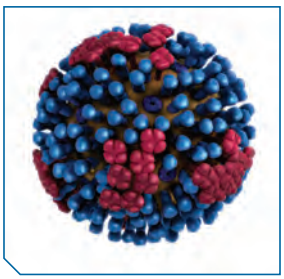
1. حاولوا تفسير مُسبّبات ثلاثة أعراض للإنفلونزا الموصوفة في الرسم التخطيطي.

فعاليّة دراما 1: إصابة الخليّة بواسطة ڤيروس الإنفلونزا

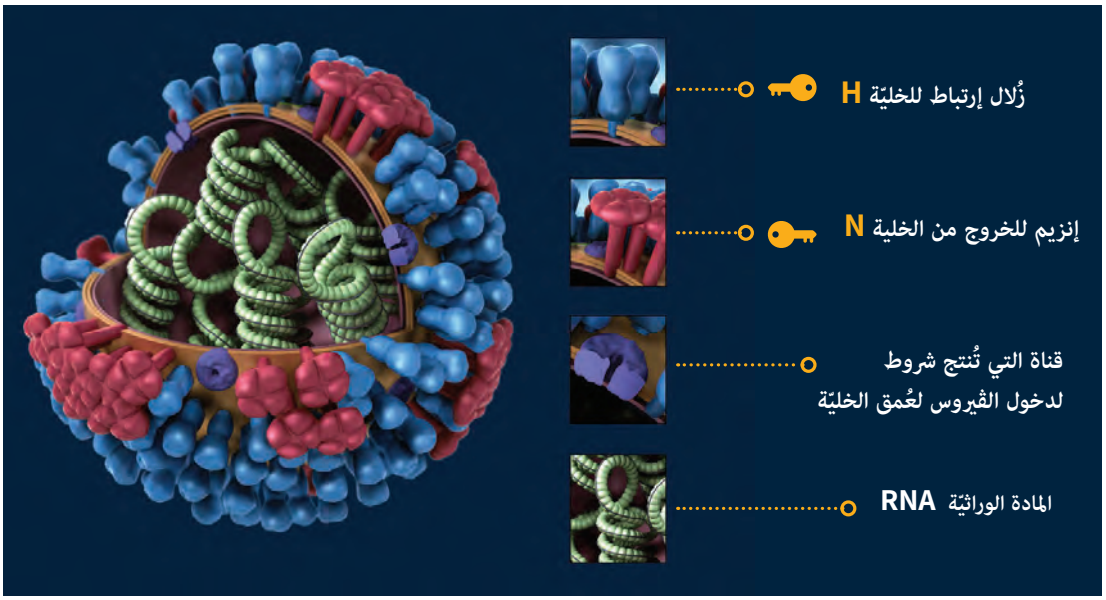
يتقسّم الطلاب في الفعاليّة الدراميّة لمجموعتين: مجموعة أ تُمثِّل الخليّة ومجموعة ب تُمثِّل الڤيروس.
العمليّة: إصابة الخليّة (مجموعة أ) بواسطة الڤيروس (مجموعة ب).

مرحلة أ: خلفيّة

أمامكُم نموذَج لڤيروس الإنفلوَنزا، الذي طولُهُ 80 نانومتر.



يُمكن تمييز عدّة مُكوِّنات للڤيروس في النّموذج: زُلال المسؤول عن ارتباط الڤيروس للخليّة، إنزيم الذي يُمكّن خروج الڤيروس من الخليّة، قناة التي تُمكِّن دُخول الڤيروس إلى داخِل الخليّة، المادّة الوراثيّة للڤيروس.



يُمكن وَصف عمليّة العَدْوى الڤيروسيّة بعِدّة مراحِل:

1. دُخول الڤيروسات إلى الجِسم.
2. دُخول الڤيروسات إلى الخلايا [في الإنفلونزا – استيعاب في المسالِك التنفُّسيّة العُليا].
3. تكاثُر الڤيروس داخِل الخلايا التي أُصيبت.
4. إنفجار الخلايا.
5. عَدْوى خلايا إضافيّة وانتشار الڤيروس في الجِسم المُخزِّن.

مرحلة ب: تخْطيط مُشترك لمجموعتَي الطلاب.

- تخْطيط وظائِف مجموعة أ: كَيف تقترحون تمثيل الخليّة بواسطة مجموعة الطُلّاب؟ أية وظائِف مطلوبة من الخليّة؟ كيف ستُمثِّلونها؟ أيّ من الطُلاب سيُمثِّل كُل وظيفة، وبأيّة طريقة؟ هل تحتاجون إلى وسائِل مُساعِدَة مُعيّنة؟
- تخْطيط وظائِف مجموعة ب: كيف تقترِحون تمثيل الڤيروس بواسطة مجموعة من الطُلاب؟ أيّة وظائِف مطلوبة في تمثيل الڤيروس؟ كيف ستُمثِّلونها، وأيّ من الطُلاب سيُمثِّل كُل وظيفة؟ هل تحتاجون إلى وسائِل مُساعِدَة مُعيّنة؟
- تخْطيط العمليّة: كيف ستُمثِّلون عمليّة العَدْوى؟ ما هي المراحِل المُختلِفة، وكيف تحدُث كُل مرحلة؟
- ابنوا مُخطّط سريان الذي يعرِض مراحِل العرْض.

مرحلة ج: تحضيرات ومُراجعات للعرْض. تخْطيط تصوير العرْض. من سيُصوِّر، ومن أيّة زاوية في كُل مرحلة؟

مرحلة د: -- العرْض--

مرحلة هـ: نِقاش وتغْذية مُرتدّة بعد مُشاهدة العرْض. يُمكن الاستعانة بالفيلم الذي تمّ تصويرُهُ في العرْض.

- هل يُمكن تحْسين مُحاكاة العمليّة؟
- ما هو وجه التّشابُه ووجه الاختلاف بين العرْض وبين العمليّة البيولوجيّة؟
- بماذا ساعدتكُم الفعاليّة في فهِم وظيفة ڤيروس الإنفلونزا؟

2. بحسب النموذج لڤيروس الإنفلونزا، اشرحوا أيّة مُكوِّنات من المُمكن أن تُساعد الڤيروس في مراحِل العدْوى المُختلِفة؟

فعاليّة دراما 2: إنتاج أصناف إنفلونزا جديدة

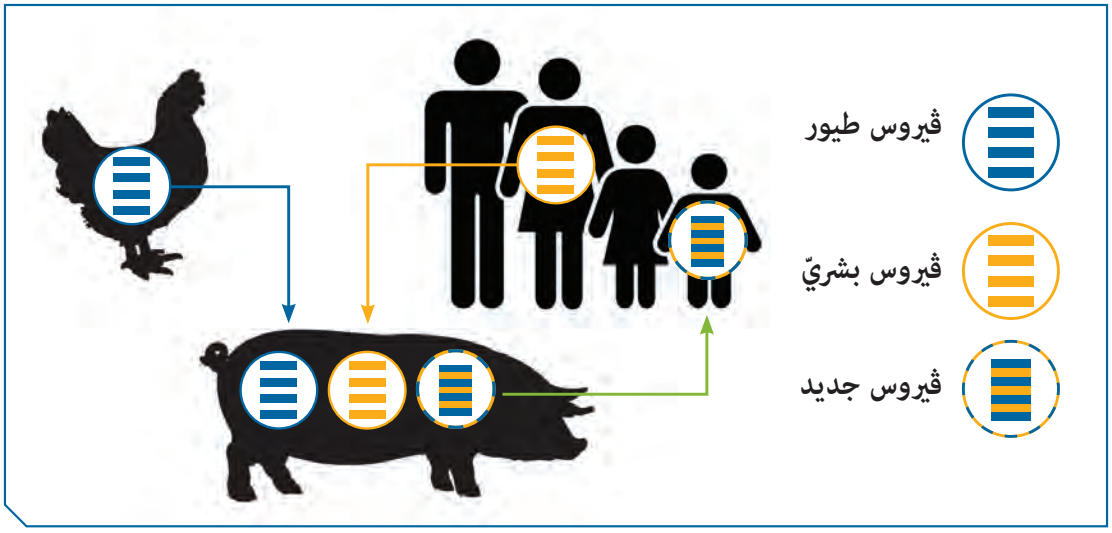
مرحلة أ: خلفيّة علميّة

كَيف تنتُج تغييرات كبيرة جدًا في أصناف الإنفلونزا؟

حسب ما تعلّمنا، عندما يُصيب الڤيروس الخليّة فإنّهُ يُشغِّل آليّات لتِكرارِه، وهكذا يتكاثَر.

هُنالِك حالات التي يُمكن فيها إصابة خليّة واحِدة بعِدّة ڤيروسات إنفلونزا من أصنافٍ مُختلِفة، ذوي تركيبة جينيّة مُختلِفة. في هذه الحالات تستطيع الخليّة إنتاج ڤيروسات التي تحتوي على دمج تركيبات جينيّة، والذي يُنتِج كُل الوقت تغييرات جينيّة في ڤيروسات الإنفلونزا.

يصِف الرّسم التخطيطي الذي أمامكُم حالة لإصابة خنزير من شخص مريض بالإنفلونزا وأيضًا مِن طير مريض بصِنف آخر من الإنفلونزا، والذي لا يُصيب خلايا الإنسان.



أ. ماذا يحدُث في خلايا الخنزير؟

ب. بأي فيروس يستطيع الخنزير إصابة شخص الذي يتلامَس مَعَهُ؟ وبأي فيروس لن يُصاب الشخص؟[24]

مرحلة ب: تخْطيط

- كيف ستُعبّرون عن الفيروسات الإنسانيّة وفيروسات الطيور؟ كيف ستُعبّرون عن الفيروس الجديد الناتِج؟
- كيف ستُعبّرون عن الإنسان، الخنزير والطيور؟
- كيف ستُعبّرون عن عمليّة إنتاج الفيروس الجديد؟ كيف ستُعبّرون عن العدْوى؟
- هل تحتاجون إلى وسائِل مُساعِدَة مُعيّنة؟
- قسِّموا الوظائِف.
- ابنوا مُخطّط سريان الذي يعْرِض مراحِل العَرْض.

مرحلة ج: تحضيرات ومُراجعات للعرْض. تخْطيط لتصوير العرْض. من سيُصوِّر، وبأي زاوية في كُل مرحلة؟

مرحلة د: -- العَرْض--

مرحلة هـ: نِقاش وتغْذية مُرتدّة بعد مُشاهدة العرْض. يُمكن الاستعانة بالفيلم الذي تمّ تصويرُهُ في العرْض.

- ما هي تقْييدات التمثيل؟ هل يُمكِن تحسين مُحاكاة العمليّة؟
- ما هو وجْه التّشابُه ووجه الاختلاف بين العَرْض وبين العمليّة البيولوجيّة؟
- بِماذا ساعدتْكُم الفعاليّة في فهِم إنتاج أصناف إنفلونزا الخنازير؟

3. ماذا يُمكِن أن تكون أبعاد عَدْوى الإنسان من فيروس الذي مصدرُهُ الخنزير؟
4. من خِلال تحليل التركيب الجينيّ لأصناف إنفلونزا الخنازير، خمّن الباحثون أنّ تطوُّر الفيروس حدَثَ بالطريقة التي وُصِفت هنا. إقرؤوا عن إنفلونزا الخنازير في الشبكة العنكبوتيّة، وحاولوا تفْسير لماذا عَرَّفَ اتِّحاد الصحّة العالميّ هذا المَرض كـ "وَباء عالميّ"؟

---

24 مع هذا، فيروس الإنفلونزا هو فيروس **RNA** تنقُصه آليّات تصحيح، ولهذا المُسبِّب الأساسي لظهور أصناف الإنفلونزا الجديدة هو تجمُّع طفرات في المادّة الوراثيّة للفيروس التي تُؤدّي إلى إختلافات.

5. ابنوا، بمُساعدة العملية التي تعلّمتُموها والمعلومات التّالية، مُخطّط سريان الذي يشرح كيف يَنْتَشِر صِنْف إنفلونزا جديد:

- يمْنع جِهاز المناعة المَرَض بعد عَدْوى بڤيروسات التي تعرّضنا إليها في الماضي (مثلاً الإنفلونزا التي مرِض بها الشخص في السنة الماضية).
- تحدُث في ڤيروس الإنفلونزا تغييرات جينيّة (طفرات) بوتيرة سريعة (مثلا في مبنى زُلال غِلاف الڤيروس H,N المعروضة في نموذج الڤيروس). هكذا تنتُج أصناف جديدة.
- لا يُميِّز جِهاز المناعة الأصناف الجديدة. هكذا يُمنع إبطال مفعول الڤيروس بواسطة الأجسام المُضادّة.

وَباء الإنفلونزا الإسبانيّة

أدّت ڤيروسات الإنفلونزا لِعَدد من الأوبِئة الأكثر دمويّة التي عرفتها الإنسانيّة. فيما يلي معلومات عن أوبِئة الإنفلونزا في السّنوات المئة الأخيرة[25] :

مِن المُتّبَع تصنيف الأنواع المُختلِفة من أوبِئة الإنفلونزا، حسب نوع زُلال غلاف الـ - H والـ - N (اللذان تعرّفنا عليهِما في نموذج ڤيروس الإنفلونزا).

اسم الوَباء	السّنوات	صِنف الإنفلونزا (أنواع الزُّلاليّات H,N)	مصدر الانتشار المُفْتَرَض	عَدَد الوفيّات (تقدير)
إنفلونزا إسبانيّة	1918-1920	H1N1	الصّين	40-50 مليون
إنفلونزا آسيويّة	1957-1958	H2N2	الصّين	1-2 مليون
إنفلونزا هونچ كونچ	1968-1970	H3N2	الصّين	0.5-2 مليون
إنفلونزا الخنازير	2009-2010	H1N1	المكسيك	فوق 575,000

الإنفلونزا الإسبانيّة معروفة بالوباء الأكبر. كان عدد الوفيّات فيها أكبر بثلاثة أضعاف تقريبًا من القتلى في الحرب العالميّة الأولى، التي انتهت في نفس السنة، 1918. بالرغم من كَون الإنفلونزا لم تبدأ بالانتشار في إسبانيا، وإنّما في الصّين، سُمّيت "إسبانيّة". كان ذلك في أيام الحرب العالميّة الأولى، وتمّ تطبيق الرّقابة في عدّة دُول. لم تَشترِك إسبانيا في الحرب، وهذا هو السبب في أنهم لم يفرضوا رقابة على التقارير حول المرض، ولذا حصلت على التّسمية.

6. هُنالِك عدّة مُميّزات للإنفلونزا الإسبانيّة:

أ. أصابت الإنفلونزا بالأساس الشباب الذين لا يُعانون من خلفيّة مرضيّة.

ب. انتشرت الإنفلونزا سريعًا في كُل العالَم.

هُنالِك من ادّعى أنّ السبب لهذين المُميّزين هو الحقيقة أنّ الوباء حدَث خلال فترة الحرب العالميّة الأولى. حاوِلوا تفسير هذا الادّعاء.

7. فرضيّة إضافيّة لموت الشباب هو أنّ العديد من البالغين في السُكّان تعرّضوا للإنفلونزا الروسيّة التي انتشرت عام 1889. اشرحوا هذا الادّعاء.

25 Saunders-Hastings, P. R., & Krewski, D. (2016). Reviewing the History of Pandemic Influenza: Understanding Patterns of Emergence and Transmission. Pathogens, 5(4), 66.

صُور من فترة وَباء الإنفلونزا الإسبانيّة:

تَعرِض الصّور أعلاه مُوزِّع جرائد في نيويورك في 1918م، رجال شرطة في سياتل، وبائِع بطاقات في سياتل الذي يتأكّد من أنّ جميع ركّاب القطار يلبسون القِناع. في عدّة مناطِق كان هُنالِك إلزام قانوني لارتداء الأقنعة.

8. ما هو رأيُكم بالنسبة لهذه التعليمات؟ كيف يُمكن أن نُقرِّر إذا كان الطلب مُبرّرًا؟

9. ما الذي تقترحون القيام به لمنع انتشار الوباء؟

عام 2005 أعطى الباحثون الذين نجحوا في استعادة التسلسُل الجيني لڤيروس الإنفلونزا الإسبانيّة من عيّنات التي فُصِلت من جُثّة امرأة التي كانت مُتجمّدة مُنذُ دفنِها في ألاسكا، ومن رِئات الجنود الذين ماتوا في الوَباء وتمّ حِفظُهُم. وَجَد الباحثون أنّ الفرق في زُلال الارتباط (H) بين ڤيروس إنفلونزا الدواجِن، والتي كما قُلنا لا تُهاجِم خلايا الإنسان، وڤيروس الإنفلونزا الإسبانية هو صغير جدًا، لكنّ هذا الفرق مكّن ارتباط ڤيروس الإنفلونزا الإسبانيّة لخلايا الإنسان.

10. ما الذي يُمكِن أن يُقدِّمهُ هذا البحث لتحسين الصِحّة في يومِنا هذا؟

روابط للتوسُّع

- אנימציה שמדגימה את פעילות נגיף השפעת ויצירת זנים חדשים (אנגלית)
https://tinyurl.com/peilut-nagif
- על השפעת הספרדית: עופרן ינאי (2001) סודה של המגיפה הגדולה מכולן. הארץ.
https://tinyurl.com/magefa
- סרט היסטורי על השפעת הספרדית 1918 (באנגלית) https://tinyurl.com/sfaradishpaat
- להרחבה בנושא השפעת: דרור בר ניר, 2009:
1) שפעת - מחלה (לא רק) עונתית עם נגיפים משתנים דרור בר ניר https://tinyurl.com/shapaat1
2) השתנות נגיפי השפעת https://tinyurl.com/shapaat2
3) שפעת חורפית ושפעת החזירים https://tinyurl.com/shapaat3
- סרט: ארגון הבריאות העולמי (2015) שפעת, איום בלתי צפוי (אנגלית)
https://tinyurl.com/WHO-shapaat
- להרחבה בנושא נגיפים:
טלמון (2002) יחידת לימוד בנושא מחלת הפה והטלפיים, האוניברסיטה העברית, הפקולטה לחקלאות.
https://tinyurl.com/pe-tlafaim

26 Kaiser, J. (2005). Resurrected influenza virus yields secrets of deadly 1918 pandemic. Science, 310 (5745)

3.2 المَزيد من الأمراض الڤيروسيّة

أمثلة لأمراض ڤيروسيّة

- النُّكاف (Mumps)
- الكَلَب (Rabies)
- الحصْبة (Measles)
- الحصْبة الألمانيّة (Rubella)
- جُدري الماء (Chicken pox)
- شَلَل الأطفال (Polio)
- الهِربِس (Herpes)
- إلتهاب كبدي ڤيروسي (Viral Hepatitis)
- الإيدز (AIDS)

مرحلة أ: عَمَل بمجموعات

على كُل مجموعة اختيار أحد الأمراض الڤيروسيّة التي تظهر في القائِمة، أن تقرأ عنها في مصادر معلومات أمينة في الشبكة العنكبوتيّة، وبناء عرض تقديمي الذي يحتوي على الشرائِح التالية:

- اسم الڤيروس
- الأعراض الأساسيّة للمرض
- طريقة العَدْوى
- مبنى الڤيروس ونوع المادة الوراثيّة (DNA أو RNA)
- طُرُق مُعالجة المَرَض ومنعِه
- هل يُوجد تطْعيم ضدّ المَرَض، ولِمن يُعطى؟
- يُمكن إضافة حقائِق مُثيرة، خلفيّة تاريخيّة وغيرِها.

مرحلة ب: نِقاش في الصّفّ بعد عرض النواتِج

أ. ابنوا جدولاً صفيًّا الذي يُقارِن بين طريقة العَدْوى، طُرُق العِلاج، المَنِع، وتوجيهات للتطْعيم ضِدّ الأمراض المُختلِفة.

ب. أيّة إجراءات حسب رأيِكُم على وزارة الصحّة اتّخاذُها لمنع هذه الأمراض؟

ج. ما هي الإجراءات المطلوبة من الجُمهور لمنِع هذه الأمراض، وكيف يُمكن الحصول على تعاوُن الجُمهور؟

د. ما هي المسؤوليّة الشخصيّة المطلوبة من كُل فرد لِمنِع إنتشار هذه الأمراض؟

هـ. لأيّ من بين الأمراض في القائمة أعلاه تُوصون بالتطْعيم؟

للتلخيص

تَمعَّنوا بقائمة الأسئلة التي جُمِّعت في بداية الفصل.

- لخِّصوا: على أي من بين الأسئلة تستطيعون الإجابة الآن، بعد أن تعلّمتُم عن الڤيروسات.
- فعاليّة بأزواج: اختاروا سؤالاً من قائمة الأسئلة التي لم تُجيبوا عنها، وحاولوا أن تبحثوا في الشبكة العنكبوتيّة عن معلومات التي من الممكن أن تُساعِدَكُم في الإجابة عن السؤال.

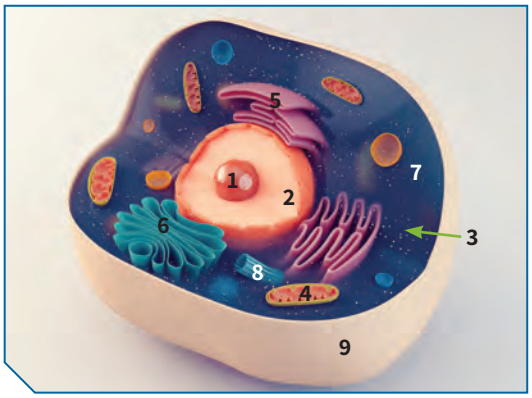
شارِكوا الصّفّ بإجابتكُم.

تلخيص الفصل

- الڤيروسات مبنيّة من مادّة وراثيّة وغلاف زُلاليّ.
- الڤيروسات هي طُفيليّات التي يتعلّق تكاثُرها في استغلال موارِد الخليّة المُضيفة.
- الڤيروس غير فعّال خارج الخليّة الحيّة.
- يضُرّ تكاثُر الڤيروس بالجِسم المُضيف ومن المُمكن أن يُؤدّي إلى أمراض.
- من الصعب إيجاد أدوية ضدّ الڤيروسات لأنّ إصابتُها تُؤدّي إلى إصابة الخليّة المُضيفة.
- يُمكن منع الأمراض (العَدْوى والإنتشار) التي تنجُم عن الكائنات الحيّة الدّقيقة بواسطة الحِفاظ على شروط نظافة و/ أو تَطْعيمات.

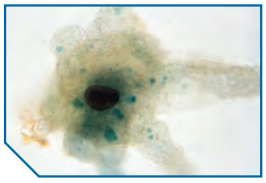
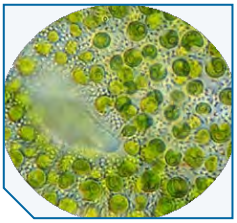
فصل 4: الكائنات الحيّة الدّقيقة حقيقيّة النُّواة

بالتناقُض مع البكتيريا، جُزء من الكائنات الحيّة الدّقيقة هي ذوات خليّة حقيقيّة النواة.



- أمامكُم رسم تخطيطيّ لنموذج خليّة حقيقيّة النُواة. أكتبوا، كُل طالب بشكل مُنفرِد، أيّة عُضيّات تُميّزونها (لا يُفترض عليكُم تمييز جميعهم).

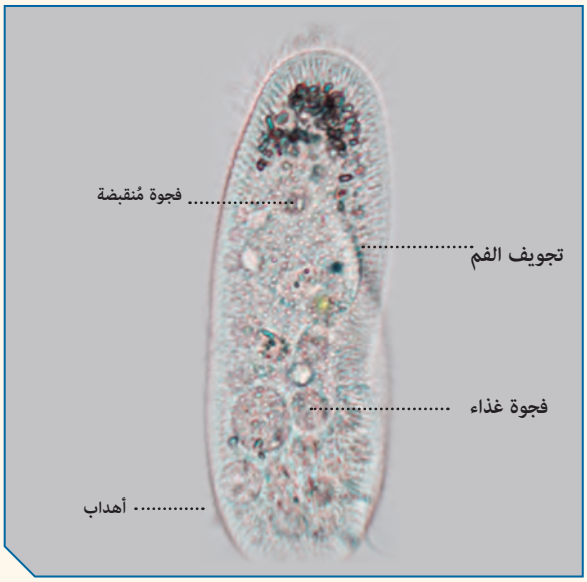
- قارِنوا مع أصدِقائكُم في الصّفّ – أيّة عُضيّات ميّزها غالبيّة طُلّاب الصّفّ؟
- أُذكروا الوظائِف المُختلِفة لعُضيّات الخليّة حقيقيّة النواة.
- ما الذي يُميِّز خليّة حقيقيّة النُّواة؟
- تمعّنوا في الجدول الذي أمامكُم، الذي يصِف تنوُّع من الكائنات الحيّة الدّقيقة حقيقيّة النواة. حاولوا تفسير ما الذي يُعرِّف الكائنات الحيّة الدّقيقة حقيقيّة النواة.

المجموعة	المبنى الخلويّ	أمثِلة
الأوّليّات – كائنات حيّة أحاديّة الخليّة	أُحاديّات الخلايا	 الأميبا
طحالِب	أُحاديّة الخلايا أو مُتعدّدة الخلايا	 كلوريلا
فطريّات	أُحاديّة الخلايا أو مُتعدّدة الخلايا	العَفَن

تجرِبة 7: كائنات حيّة دقيقة حقيقيّة النّواة

البراميسيوم هي كائنات حيّة دقيقة أُحاديّة الخليّة، حيوانات أوّليّة، من عائلة الهدبيّات. خليّتُها كبيرة نسبيًا (50 -300)، ولهذا يُمكن رُؤية عدة تفاصيل داخل الخليّة، وتمييز وظيفتها.

- تُمكِّن مُشاهدة البراميسيوم من أخذ لمحة سريعة عن طريقة عمل أُحادي الخليّة. ما هي الوظائف الأساسيّة لوجود أُحادي الخليّة ككائن حيّ دقيق كامل ومُستقلّ؟ اختاروا وظيفة واحدة واشرحوا كيف تُمكِّن مُشاهدة البراميسيوم من معرفة طريقة تنفيذها؟



المواد والأدوات

مُستَنْبت براميسيوم[27]، مُعلَّق خميرة مصبوغة بكونجو أحمر، 2 زجاجة حامِلة مَع تجْويفة. قطّارة باستير. مثيل سيلولوز 30%.
حضِّروا مُسْتَحْضر من مُستَنْبت البراميسيوم. سنستعْمِل زُجاجة حامِلة مَع تجْويفة، التي تُمكِّن البراميسيوم من الحركة.
قطِّروا داخل التجْويفة قطرة ماء من مُسْتَنْبَت البراميسيوم. أضيفوا قطرتين من مثيل سيلولوز، حتّى يتمّ إبطاء حركة البراميسيوم، الذي يزيد من لُزوجة المحلول. غطّوا بواسطة زُجاج التغطية. شاهدوا بتكبير صغير، وتقدّموا إلى تكبيرات أكبر.

1. كم واحدة من البراميسيوم ميّزتُم في كُل تكبير؟

إن كانت هُنالِك حاجة لإبطاء حركة البراميسيوم، امتصوا فائِض السوائل بواسطة الورق الماصّ. بعد الإبطاء، شاهدوا بتكبير كبير.

2. صوّروا براميسيوم، وقارنوا بين التفاصيل التي تنجحون في تمييزها، وبين ما يظهر في الرسم التوضيحي.
3. أرسموا براميسيوم وحدّدوا التفاصيل التي نجحتُم في تمييزها.
4. صِفوا طريقة حركة البراميسيوم. بأي اتّجاه تتحرّك؟ هل تعمل الأهداب بطريقة مُنَسَّقة؟
5. حاولوا تمييز فجوة مُنقبِضَة. هل تنكمِش جميع الفجوات في نفس الوقت؟

مراقبة فجوة الغذاء

ضعوا قطرة مِن مُسْتَنْبت البراميسيوم على الزُّجاجة الحامِلة، وقطرة من مثيل سيلولوز. افحصوا طريقة تغذية البراميسيوم:
أطْعِموا البراميسيوم قطرة من الخميرة المصبوغة بلون كونجو أحمر. هذه المادّة هي كاشِف الذي يُغيِّر لونَهُ بحسب مُستوى الحامضيّة أو القاعديّة. يتغيّر هذا المُستوى مع هضم الخميرة.
تمعّنوا لمُدّة 10 دقائق في عمليّة الامتصاص والهضم. راقبوا فجوات الغِذاء ولونَها. يتغيّر اللون بالتلاؤُم مع تغيُّرات الحامضيّة أو القاعديّة التي تحدُث داخِل الفجوات. يدُلّ اللون الأزرق على حامضيّة، ويدُلّ اللون الأحمر على قاعديّة. قوموا بإلتقاط الصُّوَر خلال العمليّة.

6. ما هي العمليّات التي حدَثَت في المراحِل المُختلِفة من الامتصاص والهضم؟ ماذا يُمكِن أن نتعلّم من الصبْغ بواسطة كونجو أحمر؟

شاهِدوا: היכרות עם מבנה הסנדלית, סנדלית אוכלת שמרים צבועים בקונגו אדום, אמבה בולעת סנדלית

https://tinyurl.com/sandalit1 , https://tinyurl.com/sandalit-congo , https://tinyurl.com/ameoba-sandalit

27 يُمكن الحصول عليه من المركز لتطوير ودعم مختبرات المدارس، مدرسة التربية، جامعة بار إيلان

7. قارِنوا بين وظائِف البراميسيوم ووظائِف كائن حيّ مُتعدّد الخلايا: مبنى الجِسم، أعضاء الحركة وطريقة الحركة، عُضيّات في الخليّة، التغذية، التكاثُر، الإفرازات، التنفُّس.

الخميرة

الخميرة هي كائنات التي تنتمي لمملكة الفطريّات. سنتعرّف في هذه التجربة على مُميِّزات الخميرة، بحسب ما نتمكَّن من رؤيتها في تكبيرات مُختلِفة.

1. مُميّزات بالمِقياس الماكروسكوبي (يُمكن رؤيتها بالعين)

املاؤوا قنينة شُرب صغيرة بـ- 100 ملل مياه فاترة.

أضيفوا ملعقة من الخميرة، وملعقة من السُكّر، وحرّكوا بحركة دائريّة.

أنفُخوا بالون وفرّغوا الهواء، لزيادة مرونتِه. ركِّبوا البالون الفارغ على فُوهة القنينة.

راقِبوا البالون خلال الدرس. قيسوا مُحيط البالون كُل 10 دقائِق.

1. ما هي العمليّة التي أدّت إلى انتفاخ البالون؟
2. كيف تستطيعون التأثير على وتيرة انتفاخ البالون؟ اقترِحوا عِدَّة عوامل.
3. مَهمّة للتوسُّع: خطّطوا تجربة التي تفحَص تأثير أحد العوامل التي اقترحتُموها.

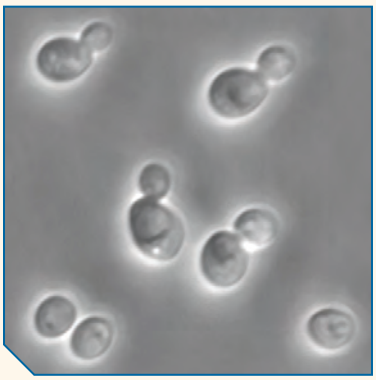
2.مُميِّزات بالمُستوى الميكروسكوبيّ

شاهِدوا الخميرة التي بقيت في المياه الفاترة والسُكّر لمُدّة ساعتين، من خلال المَجْهر.

التقطوا صورًا للخميرة بتكبيرات مُختلِفة: صغيرة، مُتوسِّطة وكبيرة.

فتِّشوا هل ترَون تَبرْعُم للخميرة (نتوء صغيرة الخارِجة من خليّة الخميرة، كيفما تستطيعون أن تَروا في الصورة).

4. ما هي عملية التّبرْعُم بحسب رأيكُم، وكيف تحدُث؟
5. عرّفتُم في الفصل الثالث مُميّزات الكائنات الحيّة. أيّة مُميّزات حياة وجدتُم في مشاهداتِكُم للخميرة؟ اشرحوا.
6. أيّة عُضيّات خليّة ميّزتُم في الخميرة؟



4.1 حقيقيّات النُّوى المُسبِّبة للأمراض

ينجُم جُزْء من الأمراض عن كائنات حيّة دقيقة التي مصدرُها في كائنات حقيقيّة النُّواة. يصِف الجدول الذي أمامكُم مُسبِّبات أمراض حقيقيّة النُّواة شائِعة:

المجموعة	أمثِلة لمُسبِّبات أمراض	المَرَض
الكائنات الحيّة الأوّليّة: كائنات حيّة أُحاديّة الخلايا	المُتَصَوِّرة	ملاريا
	أميبا	الديزنطاريا
فطريّات	كانديدا، Candida albicans، الموجودة بشكل طبيعي في كُلّ الجسم. في حالات مُختلفة تتكاثر الفطريّة أكثر من اللّزوم وتُؤدّي إلى تلوُّثات صعبة.	كانديدا

- اختاروا أحد الأمراض النّاجِمة عن الكائِنات الحيّة الدّقيقة حقيقيّة النُّواة. ابحثوا عن معلومات حَولَ المَرَض، وحضِّروا قائمة مُميِّزات للمَرَض:
  - اسم المَرَض
  - العوارِض الرئيسيّة للمَرَض
  - مُسبِّب المَرَض
  - طريقة العَدْوى بالمَرَض
  - طُرُق المنع أو العِلاج.

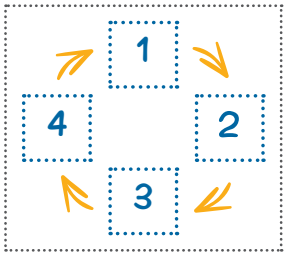
- اعرضوا النواتِج أمام الصّفّ: ما هو المُشترَك للكائنات الحيّة الدّقيقة حقيقيّة النُّواة مُسبِّبة الأمراض، وما هي الاختلافات بينها؟

4.1.1 ما هي العلاقة بين المَرَض، توسيع المُستوطنات، والحيوانات البرية؟

انتشرَت في السّنوات الأخيرة، في مناطِق مُختلِفة من البلاد، ظاهرة لأشخاص الذين أُصيبوا بجروح عميقة التي بقيتْ مفتوحة لعدّة أشهُر. ظَهَرت الجروح لدى عدّة أشخاص في المنطِقة. تذكّر جُزْء من المَرضى أنّهُم شعروا بلَدْغَة صغيرة قبل ما يُقارب شهرين من ظهور الجُرح. تمَّ تشخيص الجُروح على أنّها مرض الليشمانيا، المعروف باسمه الشّائع "سوسنة أريحا". أُعطِيَ هذا الاسم في الماضي لأنّ هذا المَرَض هاجَمَ الأشخاص في منطقة أريحا والبحر الميّت.

كيف يُمكن منْع الليشمانيا؟ يحتاج النقاش للتطرُّق لجميع المُشاركين في انتشار المَرَض: الإنسان، الذي هو في هذه الحالة الضحيّة؛ طُفيْل الليشمانيا، الذي يُؤدّي فعليًّا للمَرَض؛ الوَبَر الصخريّ، الذي هو عادةً كائِن حيّ لطيف، لكن في هذه الحالة فهو يُعتبر خطِرًا لأنّه يُستعْمَل كحامِل لطُفيْليّات الليشمانيا؛ والكائن الحيّ الدّقيق الرابع هو ذُباب الرمل، الذي يلْدَغ الوَبَر الصخريّ وينقُل الطُّفيْل منهُ إلى الإنسان وبالعكس.

عمل جماعيّ:



- يتقسّم الصّفّ لمجموعات ذوي 8 – 12 طالِب.
- تُقسِّم كُل مجموعة مهامّ لأربع فِرَق داخليّة (2-3 طُلّاب):

(1) الإنسان، (2) الوَبَر الصخريّ، (3) ذُباب الرمل، (4) ليشمانيا الكائن الحيّ الدقيق حقيقيّ النُّواة.

- **مرحلة 1. مَهمَّة الفِرَق:** على كُل فريق عرض العمليّة التي تحدُث في الكائن الحيّ بواسطة رسم تخطيطي دور أحَد الكائنات الحيّة الدّقيقة في أن يُسبِّب المَرَض.
- **مرحلة 2. مَهمَّة جماعيّة:** في هذه المرحلة تجتمع الفِرَق في مجموعتها. تُقسِّم الفِرَق الأربعة المعلومات فيما بينها ويقومون بِبناء رسم تخطيطي الذي يصِف وظيفة الكائنات الحيّة الدّقيقة الأربعة في تطوُّر المَرَض.
- **مرحلة 3. مَهمَّة صفّيّة:** تعرِض المجموعات المُختلِفة رسمها التخطيطي أمام الصّفّ. يقوم الصّفّ بأكملِهِ بإعطاء اقتراحات لطُرُق الوقاية من المَرَض.

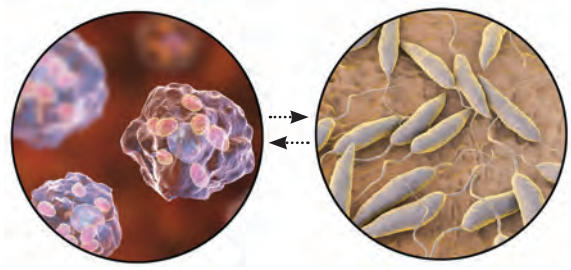
مرحلة 1: عَمَل في فِرَق (2-3 طُلّاب)

- صفوا بواسطة تخطيط وظيفة كُل واحد من الكائنات الحيّة الدّقيقة في أن تُسبِّب المرض

معلومات أوّليّة لكُل فريق:

مجموعة 1: تطوُّر الليشمانيا

الليشمانيا هي كائِن حيّ أُحادي الخليّة (حيوانات أوّليّة). يُعرف في البلاد نوعان من الليشمانيا: الليشمانيا المداريّة والليشمانيا الكُبرى. نحنُ سنُركِّز على الليشمانيا المداريّة.



حالة أ
خليّة طولية كبيرة
تتطوّر في ذباب الرمل

حالة ب
خليّة صغيرة داخل خليّة
دم أبيض لثدييّات

تشمل دورة الحياة لليشمانيا صورتين:

1. خليّة طوليّة ذو سوط يعطيها القدرة على الحركة.

طولُهُ 15-20 µ =جُزْء من الألف من الميليمتر. في هذه الحالة،

تعيش الخليّة في الجهاز الهضميّ لأنثى ذُبابة الرمل. تتكاثر الخليّة بواسطة الانقسام في درجة حرارة 270. يستمر تطوّرُها 8-20 يوم. عند نُضجِها تتحرّك باتّجاه بلعوم الذُبابة، بشكل الذي يُمكِّنها من الانتقال إلى الثدييّات خلال العضّة.

2. خليّة مُستديرة بيضاويّة بدون سوط، وبدون القُدرة على الحركة. طولها 2-4µ. تتطوّر في درجة حرارة 37°c ، داخل خلايا الدم البيضاء للثدييات. يتم امتصاص الطُفيل بواسطة خلايا المُضيف، ويتكاثر في داخلها بواسطة الإنقسام.

تمُرّ الخليّة من ذُباب الرمل للمُضيف وأيضًا بالعكس بواسطة اللّدغ.

סרטון (באנגלית) המדגים את מחזור החיים של לישמניה בתוך הזבוב https://tinyurl.com/lishmania-zvuv

סרטון (באנגלית) המדגים את מחזור החיים של לישמניה בגוף האדם

https://tinyurl.com/lishmania-adam

مجموعة 2: دورة حياة لذُباب الرمل

ذُبابة الرمل هي بحجم بعوضة صغيرة. تضع بيوضها في تُربة جافّة نسبيًا. تستمر دورة حياتها خمسة أسابيع إلى بِضعة أشهر، وتتضمّن أربعة مراحِل:

1. **بيضة.** تضع الأنثى 70-30 بيضة في تُربة جافّة نسبيًا. تحتاج الأنثى وجبة دم بشكل إجباري لإنتاج البيوض. بعد أسبوعين تفْقِس اليرقات.
2. **اليُسْروع.** يستمر تطوُّر اليُسْروعات مُدّة أسبوعين، تتغذّى خلالها من مادة عُضويّة. وأخيرا يتشبّثون بالأرض نحو مرحلة الشرنقة.
3. **الشرنقة.** مرحلة ثابتة التي تستمرّ 10-5 أيام، ولا يوجد خلالها أي حركة وتغذية. خلال مرحلة الشرنقة تتطوّر أعضاء الذُبابة البالغة بما يشمل الأجنِحة.
4. **بلوغ.** يحدُث فقس البالغين في الليل، بعد تطوُّر الأجنحة بشكل V. تتغذّى الذكور من سوائل النباتات. تمتصّ الإناث دم الثدييات. أُنثى ذُبابة الرمل فعّالة بالأساس مع غياب الشمس ولهذا تحدُث أغلب اللّدغات في الليل.

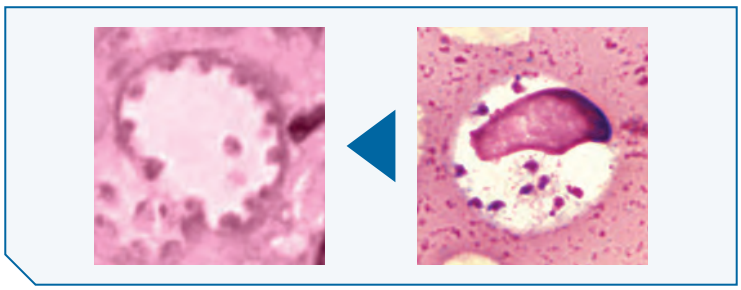
مجموعة 3: تطوُّر الطُفيل في الإنسان

عضّ الإنسان بواسطة أُنثى ذُباب الرمل (خلال "وجبة دم") من المُمكن أن تنقُل طُفيليات الليشمانيا للجلد. تمتصّ خلايا الدم البيضاء "البلْعميّة" الطُفيل. يتكاثَر الطُفيل داخل الخلايا وفي النهاية يتم تحرير نسلِهِ من الخلايا البلْعميّة، ومن المُمكن أن يتم امتصاصُها بواسِطة خلايا بلْعميّة أُخرى، أو أن تنتقِل من فرد إلى الآخر بواسِطة عضّة ذُباب الرمل.

بعد شهر من العضّة يظهر جُرح على الجِلد، بحيث تتركّز طُفيليّات الليشمانيا في جوانِب الجُرح.

في صورة مَجْهريّة يُمكِن رُؤية تكاثُر طُفيليّات الليشمانيا داخِل خلايا الدم البيضاء البلْعميّة. في المرحلة التالية يتحرّر الطُفيل من الخليّة.

סרטון (באנגלית) המדגים את מחזור החיים של לישמניה בגוף האדם https://tinyurl.com/lishmania-adam



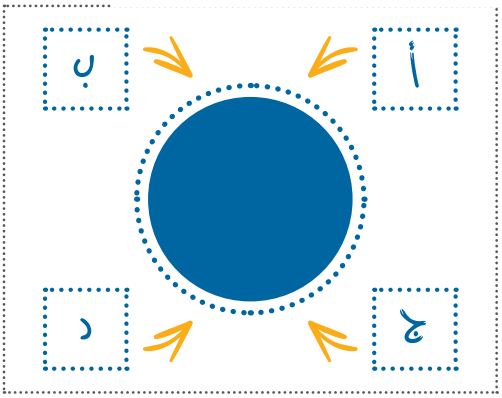
مجموعة 4: الوبر الصخريّ – حاملي طُفيْل ليشمانيا

الحامِل الأساسي للطُفيْليّات من نوع الليشمانيا المدارية هو الوبر الصخريّ. الليشمانيا من النوع الآخر المُتشِرة في البلاد – الليشمانيا الكُبرى – حامِليها هم: فأر الرمل السمين، الجَرد والعضلان. يَعيش الوبر الصخريّ في الطبيعة، لمُدّة 8 – 9 سنوات، ومن المُمكن أن تحمِل طُفيْل الليشمانيا خلال فترات طويلة. ذُباب الرمل هو الذي ينقُل الليشمانيا من الوبر الصخريّ إلى الإنسان وبالعكس. عندما يعُضّ ذُباب الرمل الوبر الصخريّ، فإنّه ينقُل إليه الليشمانيا. تتطوّر الليشمانيا وتتكاثَر في جسم الوبر الصخريّ (مثل الإنسان).

يعيش الوبر الصخريّ في المناطِق الصخريّة، في مجموعات مُكوّنة من عدّة عائلات التي تصِل إلى ثمانون فردًا. من نتائج استطلاع الذي نُفِّذ في السّنوات 2012-2015، ما يُقارِب حوالي العشرة بالمِئة من الوبر الصخريّ في البلاد التي فُحِصت كانوا مُصابين بالليشمانيا. الوبريات الصخريّة فعّالة خلال النهار وتَجِد طعامها بالقرب من الصخور التي تختبيء بها. هم كائنات حيّة نباتيّة، التي تتغذّى من تنوُّع كبير من النباتات. يُوجد للوبر الصخريّ ميل للتحرُّك من مكان إلى آخر، لديهم مهارات تسلُّق ممتازة، تستطيع التغلُّب بسهولة على أغلب أنواع الجُدران ونتيجة لهذا تستطيع الدخول إلى الحدائِق الخاصّة بدون صعوبة. نتيجة لإنتاج بيوت تنْمِية صناعيّة – بالأساس من الصخور بالقرب من مناطق المُستوطنات – حدث ارتفاع في انتشار الوبر الصخريّ في المشتوطنات والمُدُن. انخفاض عدد سُكان الوبر الصخريّ بالقرب من البيوت السكنيّة تُقلّل بشكل كبير نسبة الذُبابات حاملي الطُفيل، وتُقلّل احتمال الإصابة بالمَرَض[28] .

رابط: וינרב, גלי) 2016 (משרד הבריאות חסר אונים: השפן שהפך לאויב העם, גלובס 26/06/16

https://tinyurl.com/shafan-oyev



مرحلة 2: مهمّة جماعيّة (إجتماع الفِرَق الأربعة)

1. على كُل فريق أن يعرِض أمام المجموعة التخْطيط الذي أنتجهُ.
2. بالتلاؤم مع المعلومات الناتِجة، ابنوا مُخطّط الذي يَصِف وظيفة الكائنات الحيّة الدّقيقة الأربعة في عمليّة تطوُّر المرض.
3. إحدى الطُرُق المُقترحة لتقليل العَدْوى بالليشمانيا هي الشرح. اشرحوا بأية طُرُق من المُمكن ان يُؤدّي الشرح لمَنع أضرار الليشمانيا.
   يُمكنكُم مُعايَنة نشرة المعلومات التي تظهر في الرابط:
   https://tinyurl.com/leishmaniasis-sviva

مرحلة 3: نِقاش صفّي تلخيصي

أمامكُم قائمة عوامِل، التي يُمكن في كُل واحد منها مُجابهة طُفيْل الليشمانيا.

- مُسبِّب المَرَض
- التجمُّع السُكّاني للنّاقِل
- التجمُّع السُكّاني للخازِن
- بيت التنْمِية
- فعاليّة الإنسان التي تُساهِم في تطوُّر الليشمانيا

1. تساعدوا باقتراحات المُستشار البيئيّ. أي فعاليّات مُمكِن تنفيذها في كُل مُجابهة؟
2. في أي عامل، برأيكُم، التأقلُم هو الأكثر نجاعة؟

---

28 بإذن من **אודי בר לבב**, مُستشار بيئيّ، 2017

اقتراحات مُستشار بيئيّ[29]:

مُعالَجة بواسِطة إبعاد الوَبَر الصخريّ لبُيوت تنْمِية طبيعيّة - البرامج المُثلى مع اعتبارات التكلِفة-المنفَعَة

نتيجة لتطوُّر مُستوطنات وبناء أحياء سكنيّة، تنتُج أكوام صخور والتي يُعتَبر جُزْء منها بيوت تنمِية لمجموعة الوَبَر الصخريّ. القُدرة الاستيعابيّة لبيوت التنْمِية الجديدة ترتفِع نتيجة لزِراعة الحَدائِق، وهكذا يتكاثر التجمُّع السُكّاني للوَبَر الصخريّ المحليّ. حتّى يتمّ تقليل تكاثُر الوَبَر الصخريّ يجب مُعالجة الصّخور وتقليل بيوت التنْمية المُمكِنة للوَبَر الصخريّ. من خلال برامِج المُعالَجة نحنُ نُنفِّذ تحليل للمصادر التي تُوجد بها تجمُّع سُكّاني للوَبَر الصخريّ، وأيضًا لمصادِر الانتشار المُمكِنة. في هذه المصادِر نحنُ نقتَرِح عِدّة فعاليّات للمُعالجة والتي تشمَل:

تغْطِية الصّخور (مُعالجة محليّة)، إخراج الصّخور، تحْويط ناجِع ومُلائِم لقُدرات ولِنَمَط حياة الوَبَر الصخريّ وغيرها. لاختيار الفعاليّات يجب الأخذ بعين الاعتبار إمكانيّة التنْفيذ، الجوانِب البيئيّة والتكْلِفة. بالإضافة إلى ذلك، تُوجد حالات التي نُوصي بها تقليل مُراقَب للتجمُّعات السُكّانيّة للوَبَر الصخريّ، بمُوافقة سُلطة الطّبيعة والحَدائِق.

فعاليّات لمَنع لدْغَة ذُباب الرّمل بمُستوى منزليّ

- ✔ تركيب مناخِل كثيفة واستعمال النّاموسيّة
- ✔ استعمال موادّ طارِدة للحشرات
- ✔ عند الخروج للخارِج – من المُفضّل لبس بناطيل طويلة وعدم ثَني الأكمام في ساعات الظّلام.
- ✔ عند الخروج في نُزهة ميدانيّة – إضافةً للباس الطّويل،
- ✔ من المُفضّل النّوم بارتفاع 20 سم عن التُربة.
- ✔ يجب منْع تجميع النّفايات حَول المنْزِل، وأيضًا منْع إنتاج مناطِق رَطْبة والتي مصدرُها تسرّب المياه والصّرف الصحيّ.

للتلخيص: تَصْنيف الكائنات الحيّة الدّقيقة المُختلِفة في الفصل

1. حضِّروا قائمة للكائنات الحيّة الدّقيقة المُختلفة التي تعرّفتُم عليها خلال الفصل.
2. تساعدوا بالشبكة العنكبوتيّة وصنِّفوهم لمجموعات بحسب الرسم التخطيطي.
3. أُذكروا صِفات التي تُميِّز مجموعة الكائنات الحيّة الدّقيقة.

29 بإذن من **אודי בר לבב**, مُستشار بيئيّ، 2017

تلخيص الفصل

- ✔ يُوجد تنوُّع من الكائنات الحيّة الدّقيقة التي هي ذوات خليّة حقيقيّة النُّواة:
  - الحيوانات الأوّليّة: مثلاً براميسيوم وليشمانيا.
  - فطريّات: مثل الخميرة.
- ✔ تنتقِل الليشمانيا بواسِطة عضّة ذُبابة الرمل التي تنقُل الطُفيْلي من الوبر الصخريّ الذي يحملُهُ إلى شخص آخر ويُسبِّب داء "الليشمانيات الجلديّ".
- ✔ يُمكن الوِقاية من الأمراض بواسِطة مُعالجة بيئة مُسبّبات الأمراض وملائمات سلوكيّة.

روابِط للتوسُّع

- גל, איתי, מגיפת "שושנת יריחו" בעלייה: אלו האזורים הנגועים. Ynet 27.9.17
  https://tinyurl.com/shoshanat-yericho
- אליזרע, רותם (2016) 100 מתושבי צופים נעקצו ע"י זבוב החול. Ynet 18.04.16
  https://tinyurl.com/100nekzoo
- המשרד להגנת הסביבה: זבוב החול ומחלת הלישמניאזיס
- סרטונים: כהן, ערן (2015) על מחלת שושנת יריחו https://tinyurl.com/shoshanat-seret
- מידע מאתר ארגון הבריאות העולמי https://tinyurl.com/lieshmaniawho

فصل 5: التَّطْعيم

ماذا يهمُّك أن تعرف عن جِهاز المَناعة والتَطْعيمات؟
على كُل طالب/ ة كتابة أسئلة على ورقة (تسْجيل الإسم غير إلزامي).
كوِّنوا مخزن لجميع الأسئلة التي طُرِحت في الصّفّ، حتّى تستطيعون استعْمالها خلال أو في تلخيص الفصل.

مُقدِّمة

وُلِدَ ديڤيد قاطِر عام 1971 وتمّ تشخيصُهُ بالمَرَض الوراثيّ النّادِر الذي يُضعِف جهاز المناعة بشكل كبير جدًا.

- ماذا يُمكن أن يحدُث حسب رأيِكُم لِطِفل ذو جهاز مناعة ضعيف جدًا؟

كان ديڤيد الطفل الثالث في العائلة. أختُه الأكبر وُلِدت مُعافاة. تُوفِّيَ أخاهُ بعُمر الـ 7 أشهُر من نفس المَرَض، ولهذا تمّت ولادتهُ في شروطٍ مُعقّمة في المُستشفى في تكساس، الولايات المُتّحِدة. مُباشرةً بعد ولادتِهِ نُقِلَ ديڤيد لِداخِل فُقاعة بلاستيكيّة مُعقّمة، وعاش هُناك أغلب حياتِه.

סרט (באנגלית) על חייו של דיוויד https://tinyurl.com/yeledbooah

- في الصورة التي أمامكُم يُمكن رؤية ديڤيد في الفُقاعة، يلْعب مع الطبيب الموجود خارِج الفُقاعة. ما هي أفضليّات الحياة في هذه الفُقاعة؟
- على ماذا يجب أن يحصُل ديڤيد من البيئة الخارجيّة، وبأي طريقة يُمكن تزويده بهذه الاحتياجات؟

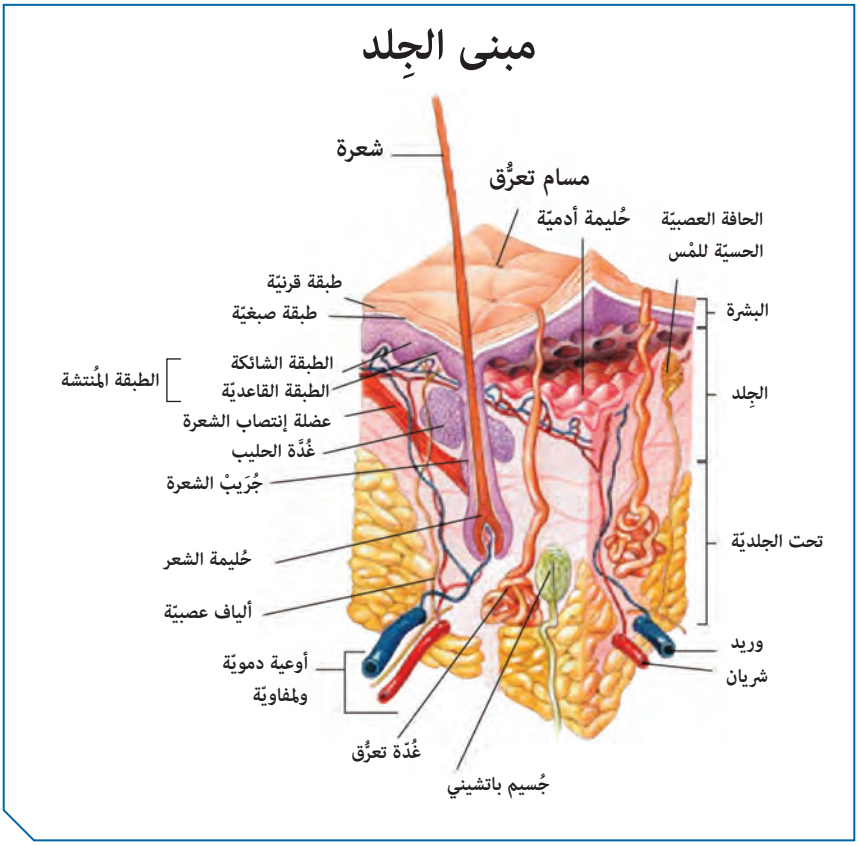
حتّى يستطيع ديڤيد أن يعيش حياة اعتيادية كانت هنالِك حاجة لعمليّة زرع نُخاع عظميّ، الذي يُمكِّنهُ من تطوير جهاز المناعة، الذي سنتعلّم عنهُ في هذا الفصل. تبرّعت أختُهُ بالنُخاع العظميّ، لكنَّ عمليّة الزرْع لم تنْجح. تُوفِّيَ ديڤيد في جيل 12. منذُ ذلك الحين تطوّرَت تقنيّة الزرع، وأيضًا التقنيّات الوراثيّة التي تزيد من الاحتمالات لمُعالجة هذا المَرَض الوراثيّ. مثال لهذا يُمكِنَكُم رؤيتَه في مقال איתי גל (2017) בזכות תרומת מח העצם: ילד הבועה חזר לחיים Ynet 17.01.17

5.1 جِهاز المناعة - معرِفة عامّة

من بين ما تعلّمتُم عن الكائنات الحيّة الدّقيقة، كيفَ يُمكن، بحسب رأيكُم، منع مُسبِّبات المَرَض من الدّخول إلى الجسم؟

طُرُق مَنع دخول عوامِل غريبة إلى الجِسم

1. **حِماية ميكانيكيّة:** تمعّنوا بالرسم التخطيطي لمبنى الجِلد، وأكتبوا كيف يَمنَع مبنى الجِلد، بحسب رأيكُم، دخول كائنات حيّة دقيقة إلى الجِسم؟
2. **حِماية كيميائيّة:** ابحثوا في الرسم التخطيطي عن غُدد الإفراز. ما هي المواد التي يتم إفرازُها من الجِلد والتي من المُمكن أن تمنع دُخول كائنات حيّة دقيقة؟
3. تعلّمتُم في الفصل 1 عن الميكروبيوم. ما هي الشروط التي تُمكّن هذه الكائنات الحيّة الدّقيقة التواجُد على الجِلد؟
4. كيف يستطيع الميكروبيوم، بحسب رأيكُم، حِماية الجِسم من مُسبِّبات الأمراض؟



بالرّغم من أنّ الجِلد يُحيطنا من الخارِج، تتواجد عِدة فتحات دخول في الجِسم مثل فتحات الهضم، التنفُّس، البَوْل، السَّمَع وغيرِها. تُغطّي هذه الفتحات من الدّاخل خلايا خاصّة (طِلائيّة) التي تُعطي حِماية ميكانيكيّة وتقوم بإفراز سائِل مُخاطيّ المُستعْمل للحِماية الكيميائيّة. تمْنَع هذه الحِمايات دُخول كائنات حيّة دقيقة إلى البيئة الداخليّة للجِسم – مثلاً لجِهاز الدم.

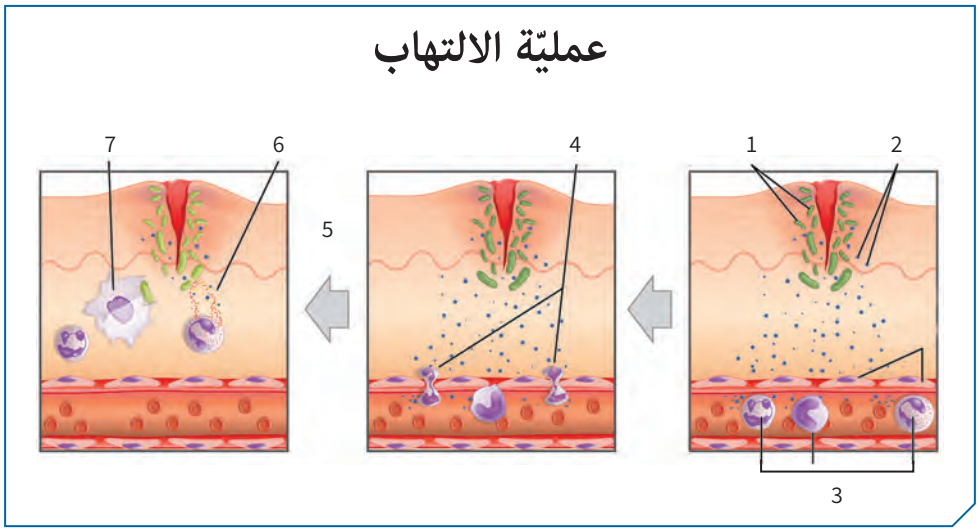
5. من المُحتمل أن يضُرّ التدخين بالغطاء الداخليّ لجِهاز التنفُّس: الخلايا الطِّلائيّة، الأغشية المُخاطيّة والرموش. كيف تُفسّرون حقيقة أنّ لدى المُدخّنين خطر كبير للإصابة بالتهابات الرئة، نزلات البرد والانفلونزا؟
6. ما هو تأثير إصابة الجِلد، بحسب رأيكُم، نتيجة لحُرق أو جُرح مثلاً، على الحِماية من الكائنات الحيّة الدّقيقة؟

الالتهاب – ردّ فعل لدخول جِسم غريب

بالرّغم من الآليّات الميكانيكيّة والكيميائيّة النّاجعة، هنالِك حالات التي ينجح فيها كائن حيّ دقيق من دخول الجِسم. تصِف الصُّوَر التّالية تسلسُل عمليّات التي تحدُث في هذه الحالة.

1. لائِموا العمليّات التالية للأرقام التي تظْهر في الرسم التخطيطي:

- خلايا بيضاء بلعُميّة تبلع الكائنات الحيّة الدّقيقة
- تتقدّم خلايا الدم البيضاء باتّجاه الخلايا المُصابة، هُناك يكون تركيز "المواد المُنبِّهة" هو الأعلى.
- كائنات حيّة دقيقة تدخُل إلى الجسم.
- تَرتبط خلايا الدم البيضاء في الشُعيرات الدمويّة لـ "المواد المُنبِّهة"
- يتم سحق خلايا الدم البيضاء وتنتقل بين جُدران الشُعيرات الدمويّة
- تُفرز خلايا الجسم المُصابة "مواد مُنبِّهة"
- تُفرز خلايا بيضاء مُعيّنة مواد التي تُحلّل الكائنات الحيّة الدّقيقة.



2. اشرحوا كيف تُميِّز خلايا الدم البيضاء إصابة الكائنات الحيّة الدّقيقة للجِسم؟ كيف يتجمّع خلايا كثيرة لمكان الهُجوم؟ كيف تُحارِب خلايا الدم البيضاء الكائنات الحيّة الدّقيقة؟

تشمل ظاهرة **الالتهاب** بحَسَب ما نعرف جميعُنا احمرار، انتفاخ، حرارة وطبعًا ألم. وهي تنجُم عن سلسلة العمليّات الموصوفة في الرسم التخطيطي. تتوسّع أوعية الدم في مكان التلوُّث، ويتَجمّع في المكان دم وسوائل الجسم. هكذا، يمتلِيء مكان الالتهاب بخلايا الدم البيضاء، وأيضًا مواد التي تُزوِّد طاقة لفعاليّتها الزائدة مثل الأكسجين والغِذاء. النتيجة هي احمرار، حرارة محليّة، انتفاخ بسبب السوائِل، وضغط الذي يُسبِّب ألم. تُسبِّب مواد إضافيّة ارتفاع في درجة حرارة الجِسم. في تلوُّث بكتيري ينتُج قيح المُكوَّن من بكتيريا، خلايا الجِسم الميّتة ومواد نفايات. الراحة تُمكِّن الجِسم من توجيه الموارِد إلى مُحاربة التلوُّث.

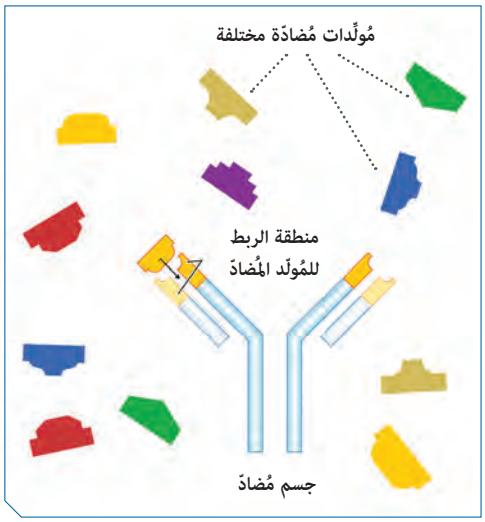
3. اشرحوا كيف يحمي الالتهاب الجِسم، ولماذا نشعُر بعدهُ بألم، احمرار وضَعف؟

[يُمكِنُكم الاستعانة بسرتون (באנגלית) https://tinyurl.com/daleket-1].

ردّ الفعل المُمَيَّز لِجهاز المناعة

عندما ينْجَح كائن حيّ دقيق في اختراق أجهزة الحِماية التي وُصفت سابقًا والدخول إلى البيئة الداخليّة للجِسم يتمّ تنشيط جهاز المناعة المُميَّز. طُرُق عمل الجهاز هي بواسطة أجسام مُضادّة وردّ الفعل الخلويّ.

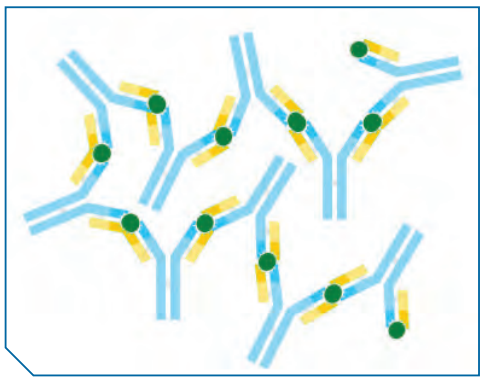
الأجسام المُضادّة



للأجسام المُضادّة، التي هي جُزيئات زُلال، أهمية كبيرة في نشاط جهاز المناعة. تَنتُج الأجسام المُضادّة بواسطة خلايا الدم البيضاء (من نوع B)، عادةً كردّ فعل لدخول جِسم غريب. تُميّز الأجسام المُضادّة بشكل خاص مُكوّنات (مثلاً زُلاليّات) على سَطح الأجسام الغريبة (=مُولِّد المُضادّ) مثل البكتيريا، الڤيروسات، السُّم او خلايا الجِسم التي مرّت بتغييرات، مثلاً هجوم ڤيروسي أو تحوُّل لخلايا سرطانيّة. يتم مُلائمة الجِسم المُضادّ بشكل خاصّ لمبنى المُولِّد المُضادّ. عندما تُميِّز الأجسام المُضادّة الموجودة في الدم أو في سوائل الجسم الأخرى المُولِّد المُضادّ، فإنّها ترتبِط إليه وبهذا تُبطِل تأثيرهُ، أو تُنشِّط آليات حِماية إضافيّة.

1. كيف يُمثِّل الرسم التخطيطيّ التلاؤُم الخاصّ بين الجسم المُضادّ والمُولِّد المُضادّ؟
يتمثّل التميُّز بأنّه لا يتم تنشيط كُل جهاز المناعة في كُل مرة يدخُل جِسم غريب إلى الجِسم، وإنّما فقط المُكوّنات المُلائمة له. هكذا مثلاً، الأجسام المُضادّة التي تَعْمل ضدّ بكتيريا السِلّ لن تعْمل ضدّ بكتيريا الكوليرا، وبينما التي تعْمل ضدّ سُمّ الأفعى لن تعْمل ضد سُمّ أفعى أُخرى وهكذا.
2. كيف يزيد التميُّز من نجاح تعامُل الجِسم مع مُسبِّبات المَرَض؟

سنُمثِّل في الفعاليّة التالية عَمل الأجسام المُضادّة



تقسّموا لمجموعات 12-10 طالب.
- على أحد الطُلاب أن يقوم بتصوير الفعاليّة من الأعلى.
- على باقي الطُلاب أن يقفوا بدائِرة.
- وزِّعوا داخل الدائرة سبعة بالونات.
- عند إعطاء الإشارة، على كُلّ طالِب أن يُمسِك في كُل يد بالون آخر.
- يُمكن أن يُمسِك عدّة طُلاب نفس البالون.
- توقّفوا عندما يُمسِك جميع الطُلاب بالونات في كلتا اليدين.

1. ما هو المُكوِّن الذي يُمثِّلُه الطُلاب في جهاز المناعة وما هو المُكوّن الذي تُمثِّلُه البالونات؟
2. تُسمّى العملية التي مثّلتُموها في الفعالية "تكدُّس". تُنتِج العملية تجمُّع الأجسام الغريبة. خمّنوا كيف تُساعِد هذه العمليّة في إبطال مفعول مُسبِّبات المَرَض في الجِسم.

سؤال توسُّع: يحافظون في عمليّة نقل الدمّ بشكل كبير على تمييز نوع دم المُتبرِّع. يتحدّد نوع الدم بحسب الزُلاليّات الموجودة على سطح خلايا الدم الحمراء: زُلال A وزُلال B. لا تتواجد هذه الزُلاليّات لدى كُل شخص. هُنالِك أشخاص ذوي زُلال A على سطح خلايا الدم الحمراء التي تخُصُّهم – أي هُم ذوي نوع دم A، وهُنالِك ذوي زُلال - B ذوي نوع دم B، وهُنالِك ذوي نوع دم AB الذين لديهم نوعي الزُلال. للأشخاص ذوي نوع دم O لا يُوجد زُلال A أو B على سطح خليا الدم الحمراء. للشخص الذي لا يُوجد في دمهِ زُلال A يكون هُنالِك أجسام مُضادّة -A (مُلائمة للزُلال A)، وللأشخاص الذي ينقُصُهم زُلال B يكون هُنالِك أجسام مُضادّة - B .
3. بالاعتماد على الفعاليّة التي نفّذتُموها، اشرحوا لماذا يُعتَبر نَقل دم من نوع غير مُلائِم للمُستقبِل خطرًا.

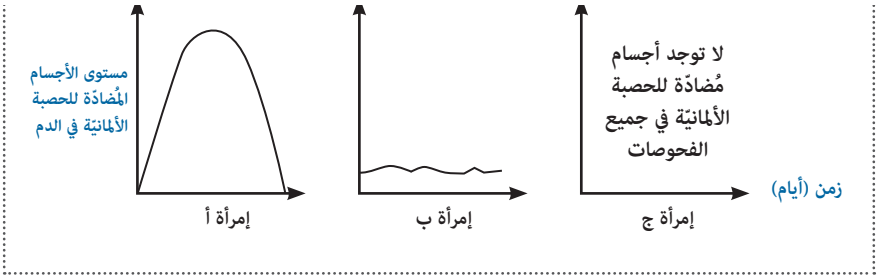
ذاكِرة مناعيّة

تتمثّل الذّاكِرة المناعيّة بأنّه عندما يحدُث تلامُس بين خلايا الدم البيضاء وجِسم غريب، يبقى جُزْء كبير منها في الدم لفترة طويلة. نفس الخلايا طويلة الحياة، التي يستطيع جُزْء منها إنتاج أجسام مُضادّة، تُسمّى خلايا ذاكِرة. عندما تتلامَس خلايا الذّاكِرة من جديد مع نفس الجِسم، فإنّها تتفاعل أسرع، وبقُوة أكبر. إذا كان الجِسم مُسبِّب للمَرَض، لا تظهر عوارِض المَرَض، أو تظهر بشكل بسيط.

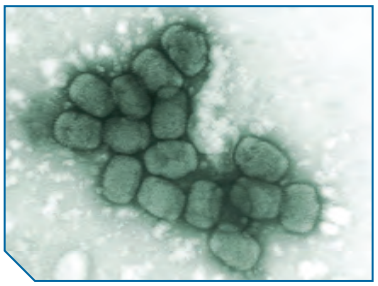
إنتاج ذاكِرة مناعيّة ضدّ جِسم واحد لا تُعتبر ذاكِرة مناعيّة ضدّ جسم آخر، لأنّ جهاز المناعة فريد من نوعِهِ. هكذا، ذاكِرة مناعيّة ضدّ فيروس النُّكاف (الذي ينتُج لدى الذين حصلوا على تطعيم ضدّ فيروس النُّكاف، أو أُصيب بالنُّكاف وشُفِيَ) لن تكون ناجِعة ضد فيروس الحِصبة.

الحِصبة الألمانيّة هي مَرَض الذي ينجُم عن فيروس، وعادةً ما تمُرّ بدون عِلاج أو تعقيدات. لكن ليس في حالة الحمل: من المُمكن أن يُصيب فيروس الحِصبة الألمانيّة الجنين، بالأخصّ في أشهُر الحمِل الأولى. من المُمكن أن تكون الإصابة بشكل طرَش، عيوب قلبيّة أو إصابة دِماغيّة.

أُخِذت عيِّنات دم من ثلاثة نساء حوامِل (أ، ب، ج) خلال أسبوع، وفُحِصت كميّة الأجسام المُضادّة للحِصبة الألمانيّة. فيما يلي النّتائج:



1. أي من النِّساء أُصيبت بالحِصبة الألمانيّة؟ على ماذا اعتمدتَ في تحديدكَ؟
2. لأي من النِّساء تُوجد ذاكرة مناعيّة ضِدّ الحِصبة الألمانيّة؟ كيف كان من المُمكن أن تكتسبها؟
3. أي من النِّساء لم تتعرّض بتاتًا لفيروس الحِصبة الألمانيّة؟ على ماذا اعتمدتَ في تحديدكَ؟
4. ماذا ستكون بحسب رأيِكَ التوصيات الطبّيّة لكُل واحِدة من النِّساء؟
5. درِّج التوصيات التي طرحتَها في البند السابِق بحسب مدى التأكُّد: في أية توصية الاحتمال الأصغر للخطأ، وفي أية توصية الاحتمال الأكبر للخطأ؟
6. تُسمّى الأمراض مثل الحِصبة الألمانيّة وجُدري الماء "أمراض الأطفال" لأنّها تظهر عادةً في جيل مُبكِّر، والشخص الذي يُصاب بها لن يُصاب مرة أخرى. اشرحوا لماذا.
7. نتيجة للالتقاء مع مُولِّدات المُضادّات تنتُج ذاكِرة مناعيّة أي تنتُج خلايا خاصّة التي تُنتِج أجسام مُضادّة لنفس مُولِّد المُضادّ، وخلايا دم بيضاء التي تستطيع أن تُؤدّي إلى هدم خليّة التي يوجد على سطحها نفس مُولِّد المُضادّ. كيف يُمكن استغلال هذه المعلومات للوقاية من الأمراض؟



5.2 من فَهِم جِهاز المناعة إلى الوقاية من الأمراض

هكذا بدأ...

يُعتَبَر الجُدري من أكثر الأمراض الصعبة والمُعدية. ينجُم المَرَض عن فيروس. يدخُل الفيروس إلى الجِسم عن طريق التنفُّس وينتشِر في الدم. بعد مرور ما يُقارِب أسبوع على الإصابة ترتفع درجة حرارة الجِسم، تظهر آلام في الرأس، آلام في الظهر وتقيُّؤ. بعد يومين تظهر جروح مُمَيَّزة – جُدري في كُل الجِسم. الوَبَاء الذي حَدَث في القرن الـ- 18 كان مُميتًا بشكل كبير. مدى الوفيّات مع ظهور الجُدري في الجِسم كان 50 – 75%. أعطت توثيقات من هذه الفترة معلومات عن موت 98% من أطفال برلين، و- 80% من أطفال لندن من الجُدري. النّاجون بقوا في حالاتٍ كثيرة مُعاقين، عُميان أو طُرشان.

اعتادَ الصينيّون مُنذُ القرن الخامس عشر تحضير مسحوق من قشرة الجروح الجافّة للجُدري التي أُخِذت من مرضى الذين تخطّوا المَرَض بشكل سهل نسبيًا. تمّ خلط المسحوق مع مواد من النبات وأُدخِلَ إلى أنبوب الذي استُعمِلَ لاستنشاق المسحوق بواسطة الأنف. كانت عصا الاستنشاق مصنوعة من الفضة. استنشق البنين المسحوق من المِنْخَر الأيمن، والبنات من المِنْخَر الأيسَر. انتشرت هذه الطريقة لدُول أخرى، ووصلت إلى أوروبا عام 1700.

1. بالاعتماد على ما تعلّمتُم في الفصل عن جِهاز المناعة، اشرحوا كيف ساعدت هذه الطريقة في مَنع المَرَض. هل هُنالِك، حسب رأيكُم، خطورة في هذه الطريقة؟ اشرحوا.

كان إدوارد جينر طبيبًا قرويًّا عاشَ في إنجلترا في القرن الثامن عشر. وقد رأى أنّ النسوة التي تحلِب الأبقار أُصيبت أحيانًا بجُدري الأبقار، مَرَض جِلدي غير خطِر. تتبُّع مُتواصِل لهؤلاء المَرضى جَعَل جينر ينتبِه إلى ظاهرة خاصّة: النساء التي أُصيبت بجُدري الأبقار لم تُصب بمَرَض الجُدري.

2. الظاهرة التي اكتشفها جينر لم تكُن جديدة. ما هي المعلومات المُسبَقة التي كانت لدى جينر، وما الذي جعلَهُ يكتشِف هذه الظاهرة؟

3. من المعلومات التي لديكُم عن جِهاز المناعة، خمّنوا ماذا يُمكن أن يُؤدّي إلى الظاهرة التي فيها التعرُّض لمَرَض واحِد (جُدري البقر) يُؤدّي إلى إنتاج مناعة لمَرَض آخر (الجُدري)؟

أجرى إدوارد جينر تجربة: أُصيبَت حالِبة البقر سارة نيلمز بجُدري الأبقار. في يوم 14 من شهر أيار 1796 أخَذَ جينر القليل من المادّة من الجُدري لديها، وأدخلَهُ إلى جِلد جيمس فيليب ذو الثمانية أعوام، ابن البُستاني الذي يعمل لديهِ. أُصيب جيمس بجُدري الأبقار وبعد أن شُفيَ، أصابهُ جينر بالمَرَض الخطير – الجُدري. لم يُصب جيمس بالمَرَض الرّهيب.

4. ابنوا رسم تخطيطي أو مُخطّط سريان الذي يصِف مراحِل تجربة جينر.

5. لماذا لم يُصَب جيمس بالجُدري؟ اشرحوا العملية التي تحدُث في جِهاز المناعة.

6. بماذا تتشابَه طريقة تَطْعيم جينر مع الطريقة الصينيّة القديمة، وبماذا تختلِف عنها؟

طوَّرَ جينر خِلال 20 عام التَطْعيم ضدّ الجُدري، وهكذا تمّ بناء بُنية تحتيّة للتَطْعيمات، وبواسطتهم تمّ منع أمراض مُستعْصية بشكل كبير.

اليوم تُسمّى جميع التَطْعيمات بالإنجليزية vaccination ، اسم مُشتقّ من الكلمة اللاتينيّة vacca - بقرة.

7. عندما يتمّ اليوم، فَحص اكتشاف جينر، هُنالك من ينتقد الأساليب التي استعملها من ناحية أخلاقيّة. أكتبوا **ادّعاء** الذي يتطرّق لأخلاقيّة عَمَل جينر. ادعموا ادّعائكُم بحسب البنود التالية:

أ. حدّدوا المُعضِلة في عمل جينر – بالاعتماد على أي قِيَم يُمكن تبرير عَملِهِ وبالاعتماد على أي قِيَم يجب الاعتراض على عَملِهِ. ما هي القِيَم التي يجب تفضيلُها بحسب اعتقادِكُم؟

ب. **سؤال توسُّع:** افحصوا أخلاقيّة الأساليب على ضوء التقنيّات العلميّة التي كانت في وقتِهِ، وعلى ضوء ما نعرفَهُ عن وضعيّة وقتِهِ، وعلى ضوء التغييرات التي حدثت منذ ذلك الحين.

أعلنت مُنظّمة الصِحّة العالميّة عام 1980 عن إبادة مَرَض الجُدري. يتواجد الڤيروس اليوم فقط في المُختبرات، ولهذا لا يُعطى التَطْعيم في يومِنا هذا للجمهور، لأنّهُم يُقدِّرون أنّهُ لا تُوجد حاجة لذلك. هُنالك عدّة شروط التي تُمكّن من إبادة مَرَض ڤيروسي: ڤيروس الذي يُصيب الإنسان بشكل طبيعي، ڤيروس الموجود في الجِسم فقط بحالة فعّالة وليس في سُبات، ڤيروس ثابت الذي لا يُغيّر المُولّدات المُضادّة التي عليه، الذاكِرة المناعيّة طويلة الأمَد، والتَطْعيم للڤيروس ناجِع ورخيص.

8. على ضوء هذه المُعطيات، اشرح لماذا نجحوا في إبادة الجُدري وليسَ ڤيروس الإنفلونزا؟

5.3 تَطْعيمات – تقنيّة طبيّة للوقاية من الأمراض

تَطْعيم فعّال

تُقلِّد التَطْعيمات الإنتاج الطبيعي للذّاكِرة المناعيّة لمُسبِّب مَرَض مُعيّن، بدون أن يضطر الإنسان لأن يُصاب بالمَرَض. في تَطْعيم كهذا، والذي يُسمّى تَطْعيم فعّال يُدخِلون إلى الجِسم مُسبِّب مَرَض مُضْعَف أو مُمات. نهتمّ في تطوير التَطْعيمات أن نجعل جِهاز المناعة يُنتِج ذاكِرة مناعيّة خاصّة لمُسبِّب المَرَض المُضْعَف أو المُمات، والذي تمّ إدخالُهُ إلى الجِسم كتَطْعيم. التوقُّع هو أن يكون التَطْعيم ناجِعًا ضِدّ مُسبِّب المَرَض وهو في حالتِهِ الطبيعيّة، المُؤذية. مُسبِّبات الأمراض التي تمّ إضعافُها أو قتلُها، والتي تُعطى كمُكوِّنات تَطْعيم، مِن المُمكن أن تكون بكتيريا، ڤيروسات أو موادّ سامّة مُختلِفة. يُعالجون خِلال تحْضير التَطْعيم في المُختبر البكتيريا، الڤيروس أو السُمّ (المادّة السامّة) حتّى يتمّ تغيير صفاتِها، بحيث من ناحية تكون غير مُضرّة للجِسم، ومن ناحية أخرى تُحافِظ على مبنى المُولِّد المُضادّ.

1. من خِلال معرِفتِكُم للطريقة التي يَعْمَل بها جِهاز المناعة، اشرحوا أهميّة هذين الشرطين لإنتاج تَطْعيم فعّال ناجِع؟
2. اشرح لماذا يُسمّى إدخال مُسبِّب مَرَض مُضْعَف أو مُمات باسم "تَطْعيم فعّال"؟

بالإضافة إلى مُسبِّبات الأمراض الكامِلة، يُنتِجون اليوم بطُرُق الهندسة الوراثيّة، أجزاء من مُسبِّبات أمراض مُختلفة، حتّى يتمّ استعمالُها كمُركّبات للتَطْعيم. بهذه الحالة لا يَسْتعملون مُسبِّب المَرَض بشكل كامِل، وإنّما بجُزء منهُ، الجُزء الذي يتلاءَس مع جِهاز المناعة. بهذه الطريقة، الاحتمال لأن يُسبِّب مُكوِّن التَطْعيم بنفسِه الإصابة بالمَرَض، ضئيل جدًا.

بعد إدخال مُسبِّب مَرَض مُضْعَف إلى الجِسم، يَستجيب جِهاز المناعة، وتنتُج ذاكِرة مناعيّة ضِدَّهُ. في حال دَخَل مُسبِّب المَرَض الحقيقي إلى الجِسم في المُستقبَل، يستجيب جِهاز المناعة بشكل أسرع وأقوى. نتيجة لهذا لا تظْهَر عوارِض المَرَض، أو تظْهَر بشكل بسيط.

3. فسِّروا الجُملة: يَسْتَغِلّ الطِّبّ في تطوير التَّطْعيمات صفتان الموجودتان في جِهاز المناعة: التميُّز والذاكِرة.

4. اليَرَقان من نوع A (إلتهاب الكبِد A)، هو إلتهاب كَبِدي فيروسي. يحدُث نقل المَرَض بواسِطة الغِذاء، الشراب أو البُراز الذي يحتوي على الفيروس. يُصيب المَرَض وظائِف الكَبِد، ويتميّز بظُهور لون أصفَر في مُلْتَحِمة العين وفي الجِلد وبَوْل غامِق اللون. من المُمكن أن يُؤدّي الضّرر للكَبِد في حالات نادرة للحاجة لزَرع كبِد، وحتّى لوجود خطر على الحياة.
فيما يلي مُعطيات عن الإصابة باليَرَقان A بين السّنوات 1992 – 2009 في إسرائيل.

السنة	عدد حالات اليَرَقان A (بالتقْريب)	السنة	عدد حالات اليَرَقان A (بالتقْريب)
1992	1000	2001	800
1993	3000	2002	100
1994	3500	2003	120
1995	2000	2004	170
1996	2500	2005	110
1997	4000	2006	80
1998	2000	2007	100
1999	2100	2008	70
2000	1200	2009	100

أ. أُرسموا رسمًا بيانيًّا الذي يعرِض تغيُّر عدد حالات اليَرَقان A خلال السنين.

ب. أي نوع رسم بيانيّ ستختارون؟ لماذا؟

ج. لماذا شوهِدَ ارتفاع وانخفاض في حالات اليرقان في السنوات 1992 حتى 1999؟

د. بدأوا عام 1999 بالتَطْعيم بشكل روتينيّ ضِدّ اليَرَقان A. كيف تُساعِد هذه الحقيقة في تفسير المُعطيات التي في الجدول؟

تَطْعيم غير فعّال

في حالة التي يتعرّض بها الإنسان لمُسبِّب مَرَض الذي يُعتبَر خطرًا مُباشرًا، يُمكن مَنِع الخطر بواسطة عِلاج الذي يُسمّى "تَطْعيم غير فعّال".

يحتوي التَطْعيم الغير فعّال على أجسام مُضادّة خاصّة والتي يتمّ إدخالُها لجِسم الإنسان. يستعملونه لإنقاذ الحياة في حال التعرُّض لأمراض خطيرة والتي تكون فيها حاجة لحِماية فوريّة، مثلاً الكَلَب، اليَرَقان أو التيتانوس، أو في أعقاب لَدْغة كائِن حيّ سامّ، للحماية من السُمّ.

مَرَض التيتانوس هو مَرَض الذي ينجُم عن مادّة سامّة التي تُفرَز من البكتيريا. تُؤدّي المادّة السامّة لتقلُّصات مُؤلِمة في العضلات المُختلفة من الجِسم، بما يشمل عضلات التنفُّس، ولهذا فهو يُشكِّل خطرًا على الحياة. تنتشر هذه البكتيريا بشكل كبير في الطبيعة وتتواجد بحالة سُبات في التُربة، في غُبار البيت، في أمعاء الكائنات الحيّة وإفرازاتِها، وأيضًا في بُراز الإنسان.

عند حُدوث إصابة، من المُمكن أن تدخُل إلى الجِسم. في كُل إصابة هُنالِك خطر لتطوُّر المَرَض لدى الإنسان الذي لم يحصُل على تَطْعيم. تُشكِّل الجروح العميقة خطرًا بشكل خاصّ.
توجيهات وزارة الصِحّة لإعطاء تَطْعيم لمنع التيتانوس بعد الإصابة:

عدد المرات التي أُعطِيَ بها تَطْعيم فعّال للتيتانوس قبل الإصابة	جروح بسيطة ونظيفة		جروح عميقة	
	يجب إعطاء تَطْعيم فعّال	يجب إعطاء تَطْعيم غير فعّال	يجب إعطاء تَطْعيم فعّال	يجب إعطاء تَطْعيم غير فعّال
غير معروف، غير مُتأكِد 0 حتى 2	نعم	كلا	نعم	نعم
3 أو أكثر	كلا (إذا أُعطيَ في السّنوات العشر الأخيرة)	كلا	كلا (إذا أُعطيَ في السّنوات الخمس الأخيرة)	كلا

5. أ. اشرحوا لماذا يُسمَّى إدخال أجسام مُضادّة "تَطْعيم غير فعّال".
ب. اشرحوا لماذا هُنالِك فرق في التوجيهات لإعطاء التَطْعيمات بين الحالات المُختلفة.
ج. لماذا يمتنعون بحسب اعتقادِكُم من إعطاء تَطْعيم غير فعّال ضِدّ التيتانوس عند كُل إصابة؟

يحدُث تَطْعيم غير فعّال **طبيعي** عندما تمُرّ الأجسام المُضادّة خلال الحمل والولادة من الأم إلى الجنين، أو بالرّضاعة بواسِطة حليب الأم. يحتوي اللَّبأ، حليب الأم الناتِج بعد الولادة، على أجسام مُضادّة وخلايا دم بيضاء بكمية كبيرة. تُعطي هذه الأجسام المُضادّة مناعة للوليد في بداية حياتِه، خاصةً وأنّهُ في هذه الفترة يكون جِهاز المناعة لديه غير مُتطوِّر بشكل كافٍ.
6. قارن بين تَطْعيم غير فعّال طبيعي وتَطْعيم غير فعّال صناعيّ، بحسب ثلاثة معايير مُختلفة على الأقلّ.
7. "تِقنيّات جديدة تُحسِّن المعرفة العلميّة وأيضًا بالعكس". مثِّلوا الفكرة بواسطة ما تعرفونهُ عن التَّطْعيمات.

روابِط للتوسُّع

- משרד הבריאות (2010) חוברת: חיסונים בגיל הילדות https://tinyurl.com/tochnit-hisun
- אתר משרד הבריאות: חיסונים https://tinyurl.com/briut-hisun
- חיסונים: כל מה שחשוב לדעת, היחידה למחלות זיהומיות לילדים, מרכז רפואי וולפסון https://tinyurl.com/hisun-ladaat
- מכון דוידסון(2012) אשכול כתבות על מערכת החיסון https://tinyurl.com/eskol-hisun

5.4 عن التَّطْعيمات وعن المُعارضين

عَمَل بمجموعات

هذه الاستمارة هي إحدى الوسائل لجمع المعلومات عن الآراء الشّائِعة بين السُكّان في موضوع مُعيّن. في هذه الفعاليّة ستبني كُلّ مجموعة استمارة إلكترونيّة ذو خمسة أسئلة في موضوع التَطْعيمات، بِهَدَف نشرها في إحدى وسائل التواصُل الإجتماعيّة التي تختارونها. تذكّروا – مُشتركي استطلاعكُم ليسوا عيّنة تمثيليّة عن جميع الفئات السُكّانيّة. تُمكّن الاستمارة من أخذ انطباع فقط، وليس استنتاج استنتاجات عن التوجُّهات بالنسبة للموضوع.
أمامكُم أمثلة لأسئلة التي صيغت بواسطة مُنظّمة الصِحّة العالميّة[30] والتي تتطرّق لجوانِب مُختلِفة لمواقِف تِجاه التَطْعيمات.
اختاروا الأسئلة التي يهمّكُم أن تبحثوها. تستطيعون الاختيار من القائمة أو كتابة أسئلة بأنفُسِكُم.
لخِّصوا نتائِج الاستطلاع، ابنوا رسوم بيانيّة، أعطوا تفسيرات، واعرضوا النتائِج أمام الصّفّ.

أسئلة مُختارة – مواقِف تِجاه التَّطْعيمات

معرفة، وعي ومُعتقدات

- لأي مدى تعرِف كيفيّة عمل التَّطْعيم؟ (بسُلّم من 1 – 5)
- هل تعتقِد أنَّ هُنالِك حاجة لأخذ تَطْعيم ضدّ شلل الأطفال؟ (نعم/ لا)
- هل تعتقِد أنّ التَّطْعيمات تُقوّي جِهاز المناعة؟ نعم/ لا
- هل تعتقِد أنّه بدون التَّطْعيمات يُمكنَك مَنع الأمراض؟ نعم/ لا

مصادِر معلومات

- كيف ستفحَص مِصداقيَّة إشاعة حول التَّطْعيم: أ. تسأل صديق ب. تتوجّه لشخص مُتخصِّص في مجال الصِحّة
ج. أبحث عن معلومات في الشبكة العنكبوتيّة د. آخر _____

تأثير داعِمي أو مُعارضي التَّطْعيمات

- هُنالِك مجموعات التي تُعارِض التَّطْعيمات لأسبابٍ مُختلِفة. لأي مدى تُؤيّدُها؟ (1-5)
- هل يتطعّم غالبيّة الأشخاص في منطِقتِك أو يُطعِّمون أولادَهُم (تَطْعيمات إجباريّة)؟ نعم/ لا
- هل تعرِف شخصًا الذي مَنَع نفسَهُ عن التَّطْعيم أو امتنع عن تَطْعيم أولادِهِ لأسبابٍ مبدئيّة؟ نعم/ لا
- هل تعتقِد أنّهُ يُعرِّض صحّته للخَطَر / صِحّة أولادِه؟ نعم/ لا
- هل يُعرِّض بيئته للخَطَر؟ نعم/ لا

تجرِبة مُسبَقَة

- هل تتذكّر حَدَث الذي بسبَبِه لم تتطَعّم أو منَعت أولادَك من أَخذ التَّطْعيم؟ نعم/ لا، فصِّل _____
- هل تَعرِف شخصًا الذي تضرّرَ من التَّطْعيم (عَجْز/ موت وهكذا)؟
- هل تَعرِف شخصًا الذي تضرّرَ (خطر/ عَجْز/ موت) لأنّهُ لم يَتطعّم؟ (نعم/ لا)

ثِقة

- هل تثِق بأصحاب القرارات بالنسبة للتوصيات للتَّطعيم؟ (1-5)
- هل تعتقِد أنّهُ يجب إلزام كُل الجُمهور بأخذ التَّطْعيم؟ نعم/ لا

مخاطِر

- هل تعتقِد أنّه تُوجد أفضليّات للتَّطْعيمات أكثر من المخاطِر؟ نعم/ لا
- هل تعتقِد أنّ المعلومات عن سلامة التَّطْعيمات كافية؟ نعم/ لا

30 **بالإعتماد على:** WHO (2013) The determinants of vaccine hesitancy: sample survey questions
http://www.who.int/immunization/sage/meetings/2013/april/4_survey_questionsRevised.pdf

مُعضِلة التَّطْعيمات

عادت أميرة ذو الستة أعوام إلى البيت من المدرسة وأعطتْ لوالديها דף מידע להורים לפני מתן חיסון נגד אדמת חצבת חזרת ואבעבועות רוח (https://tinyurl.com/meyda-lahorim). سليم، والِد أميرة أعلمها:

"غدًا لن تذهبي إلى المدرسة لأنني لست على استعداد لأن تحصُلي على تَطْعيم". سُعاد، والدة أميرة: "قرأتُ أنّهُ يُوجد مؤخّرًا تَفشّي للحصبة، وأنا أخاف من أن لا تحصُل أميرة على تَطْعيم ضدّها، على سبيل المثال وجدتُ مقالاً في Ynet-: התפרצות חצבת בהרדוף: 10 ילדים שלא חוסנו חלו (https://tinyurl.com/hazevet-10). من واجبي أن أهتم بِصحّة أميرة!، وأيضًا لِصحّة أصدقائِها". سليم: "بما أنّنا نتحدّث عن الصِحّة، تدّعي جمعيّة "حاسون" التي تُعارِض التَطْعيمات أنّ هذا التَطْعيم يُسبِّب التوحُّد (http://www.hisunim.org.il). واجبُنا كأهل الاهتمام لِصحّة أميرة ولهذا فهي لن تذهب غدًا إلى المدرسة". سُعاد: "قرأتُ في Ynet- عن "תרמית הקשר בין חיסונים לאוטיזם: הסוף המביש (https://tinyurl.com/tarmit-hisun)" الذي بِحَسبِهِ فإنّ الباحِث ڤيكفيلد الذي نَشَرَ بحثًا في المجلّة المرموقة Lancet والذي بَرهَنَ أنّ هُنالِك علاقة بين التَّطْعيم ضدّ النُّكاف، الحِصبة والحِصبة الألمانيّة والتوحُّد، قد حَصَل عمليًا على رشوة، وأيضًا بنى العلاقة على 12 ولدًا بالمُجمل. قامت المجلة بِمَحو المقال. حتّى في موقِع مركز التوحُّد يدّعون: "אין כיום שום שביב של מידע מבוסס המעיד על קשר בין מתן חיסונים לילדים לבין הופעתן של הפרעות על הרצף האוטיסטי" (https://tinyurl.com/mevusas). فهل نُرسل أميرة غدًا، بالرّغم من هذا، للحصول على التَّطْعيم؟"

وما هو رأيُكُم؟

1. شاهدوا الفيلم:

ד"ר קרן לנדסמן (2012) VAXX ON VAXX OFF https://tinyurl.com/vax-onoff

لماذا يجب أن نتطعّم؟ لماذا في جيل صغير نسبيًّا؟ هل تقوم التَّطْعيمات بحمايتنا فقط؟

عمل مُشترك

2. تقسَّموا لأربعة مجموعات عمل (أو 8 مجموعات، 2 من كُل نوع). تُمثِّل كُل مجموعة في النّقاش أحد من المُشاركين التالين في الموضوع:

- أهالي يدعمون التَطْعيمات
- أهالي يُعارضون التَطْعيمات
- وزارة الصّحّة
- إدارة المدرسة

المهمّات المطلوبة من كُل مجموعة:

أ. حدّدوا الأسئلة العلميّة التي عليكُم فحصها حتى تبنوا موقِفَكُم.

ب. حدّدوا الأسئلة الأخلاقيّة في القضيّة:

- ما هي القِيم الأخلاقيّة التي يجب بحثُها؟ (مثلاً الصدق، المسؤولية، الاستقامة وغيرها)
- أسئلة بخصوص الحقوق والواجبات: لِمَن؟ نحو مَن؟
- الفائدة والضّرر – ما هي الإجراءات التي تمنع أضرارًا أكثر؟ تزيد من الفائدة؟
- لِمَن يلتزِم كل واحد من المُشاركين الأربعة في الموضوع؟ ما هو التزامنا بحسب القانون؟ بحسب قوانين الأخلاق المهنيّة؟ بحسب الأخلاق الشخصيّة؟ بحسب الدّين؟

ج. تقسّموا، داخِل المجموعة، لأزواج، بحيث يُجيب كُل زوج على أسئلة أخرى بحسب مصادر المعلومات. أكتبوا الإجابة كتعليل للموقِف الذي تعرضُهُ مجموعتكُم: ابنوا إجابتَكُم بالاعتماد على دلائِل علميّة أو اعتبارات أخلاقيّة، واشرحوا.

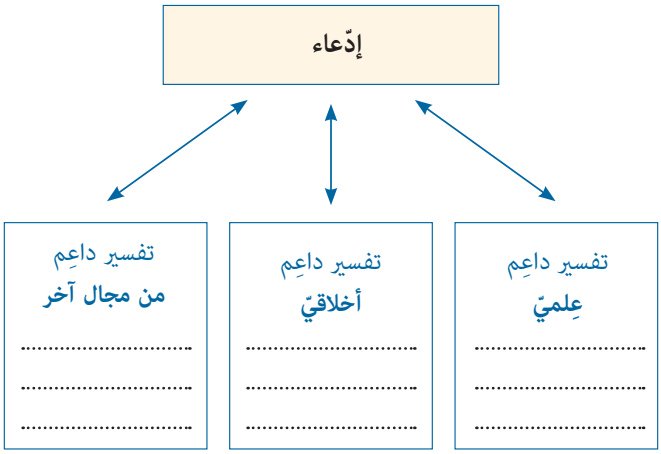
افحصوا مِصداقيّة المعلومات التي وجدتُموها بحسب المعايير التي تعلمتموها: سُلطة الهيئة النّاشِرة، سُلطة الكاتِب، الموضوعيّة والحتلنة.

مصادر معلومات:

عُرِضت في فصل 5.3 روابط لجوانِب علميّة عن التَطْعيمات. فيما يلي مصادر إضافيّة:

- אתר משרד הבריאות: חיסונים בבית הספר, אתר משרד הבריאות חיסונים (כללי)
- מדעת- מדע ומידע למען בריאות המשפחה: אתר המכיל מידע רחב בנושא חיסונים: סרטונים, כתבות, מחקרים ותשובות לשאלות רבות. http://midaat.org.il/midaat/
- فيلم: הנשיא פרס: בני חלה בפוליו והיה משותק שנה וחצי. https://tinyurl.com/perespolio
- חוק נפגעי חיסון התש"ן 1989: أسئلة وأجوبة- משרד הבריאות, https://tinyurl.com/hok-gov, https://tinyurl.com/hok-nifgaei
- משרד הבריאות: התפשטות החצבת בישראל – בשיאה, 06.11.18 Ynet, https://tinyurl.com/hazevet2018
- فيلم: בראיין זיקמונד-פישר, (2015) למה אנחנו לא מפחדים יותר מחצבת? https://tinyurl.com/mefachdim
- الحلكة יהודית: פרופ' אברהם שטיינברג, חיסונים; הרב אבינר: חובה לחסן את הילדים. https://tinyurl.com/aviner-hisun , https://tinyurl.com/steinberg-hisun

د. اجمعوا المعلومات من جميع أفراد المجموعة وابنوا خارطة حِجّة مبنيّة التي تعرِض موقف أصحاب الوظائف: ما هو الإدّعاء؟ اكتبوا الحِجج الداعمة التي يَستند إليها، اعتمادًا على الموادّ التي أَعدّها أعضاء مجموعتك.



هـ. نظِّموا الصّفّ بمجموعات جديدة، والتي فيها مُمثِّلون من جميع مجموعات أصحاب الوظائِف.
استعينوا بخرائِط الادّعاءات التي حضّرتُموها في المجموعة الأُم. حضِّروا في المجموعة الحاليّة، جدولاً مُشتركًا الذي يعرِض إدّعاءات علميّة وأخلاقيّة تَدعم وتُعارِض التَطْعيمات:

	أسئلة/ جوانِب	تفسيرات تَدعم التَطْعيمات	تفسيرات تُعارِض التَطْعيمات
جوانِب علميّة	.1		
	.2		
	.3		
	.4		
جوانِب أخلاقيّة	.1		
	.2		
	.3		
	.4		

و. اعرضوا الجداول أمام الصّفّ. بعد أن سمِعْتُم ادّعاءات مُختلِفة، وحصلتُم على معلومات عن الموضوع.

نقاش صفّي

حتى يتم تكوين رأي شخصي في الموضوع ناقشوا في الصّفّ الجوانِب التالية:
1. أي قرار سيُؤدي إلى الضَّرَر الأصغر؟ وأيها سيُؤدّي للفائدة الأكبر؟
2. القيم التي عرضتُموها من المُمكن أن تُناقِض بعضُها البعض – أي قيمة ستُفضِّلون ولماذا؟

أكتبوا قراركُم الشخصيّ بواسطة إدّعاء مبني ومُفَسّر، الذي يأخُذ بالحِسبان الموقِفَين، ويُقرّر بينهُما. تستطيعون أيضًا صياغة موقِف مُعقَّد الذي تُفضّلون به بأية شروط تُؤيِّدون، وبأيّة شروط تتّ.

5.5 فعاليّة تلخيصيّة لفصل التَّطْعيم

شاهِدوا الفيلم انتشار (ڤولفچنچ باترسن، 1995)، فيلم دراما أمريكي، الذي يطرح مُعضِلة التعامُل مع تفشّي ڤيروس عنيف في مدينة في كاليفورنيا.

- فصّلوا في أي سِياق تظْهر المُصطلحات التّالية في الفيلم:

جِهاز المناعة	ڤـيروس	مصل الدم	الطفْرة
تَطْعيم غير فعّال	حامِل الڤـيروس	أجسام مُضادّة	

حضِّروا 5 بطاقات مع المُصطلحات التالية، وحضِّروا على الأقل 5 أسهُم يمكنكم أن تكتبوا بهم كلمات ربط.

- اختاروا المُصطلح المركزيّ وسجِّلوه في رأس الصفحة.
- اجمعوا المُصطلحات الباقية بواسطة أسهُم، وأكتبوا على كُل سهم كلمات ربط التي تُمثِّل العلاقة بين المُصطلحات.
- بعد أن تتوصّلوا إلى اتّفاق، قوموا بالصاق المُصطلحات في مكانها على سطح الورقة.
- أضيفوا ثلاثة مُصطلحات إضافيّة للخارطة.

توسُّع

- أمامكُم מדריך חיסוני מטיילים, קופת חולים מכבי. اختاروا وُجهتين للرحلات في قارّات مُختلِفة، وجِدوا ما هي التَطْعيمات المُوصى بها قبل السفر لكُل وُجهة. https://tinyurl.com/hisun-hul
- لماذا تُوجد اختلافات في التوصيات بين المناطق المُختلفة؟ بإمكانِكُم الاستعانة أيضًا במידע על חיסונים לנוסעים לחו"ל באתר משרד הבריאות. https://tinyurl.com/hisun-hul2

للتلخيص

- تمعّنوا في قائمة الأسئلة التي جُمِّعت في بداية الفصل.
- لخِّصوا: ما هي الأسئلة التي تستطيعون الإجابة عنها الآن، بعد أن تعلّمتُم عن التَّطْعيم.
- اختاروا بأزواج سؤالاً من بين قائمة الأسئلة التي لم يَتمّ الإجابة عنها، وحاولوا البحث عن معلومات في الشبكة العنكبوتيّة والتي من الممكن أن تُساعدكُم في الإجابة عن السؤال. شاركوا الصّفّ في إجابتكُم.

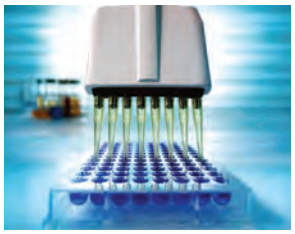
تلخيص الفصل

- تمْنع الحِماية الميكانيكيّة والكيميائيّة دُخول كائنات حيّة دقيقة.
- الالتهاب هو عمليّة حِماية الجِسم من التلوُّثات بواسطة خلايا الدم البيضاء.
- جِهاز المناعة الفريد من نوعِهِ يعمل بطريقة فريدة ضِدّ أجسام غريبة وخلايا الجِسم التي غيّرت من صِفاتِها.
- تتلاءم الأجسام المُضادّة بطريقة خاصّة للمُولّدات المُضادّة، وتمْنع انتشارها في الجِسم.
- تنتُج الذاكِرة المناعيّة بعد التعرُّض للمُولِّدات المُضادّة.
- في التَّطعيم الفعّال يتعرَّض الجِسم للمُولِّدات المُضادّة التي تمّ إضعافُها أو قتلُها حتى تنتُج ذاكِرة مناعيّة ضِدَّها.
- يحتوي التَّطْعيم الغير فعّال على أجسام مُضادّة ويُعطى في حال تعرَّضَ الجِسم لمُولِّدات مُضادّة خطِرة ويحتاج إلى عِلاج فوري.

فصل 6: التكنولوجيا الحيويّة

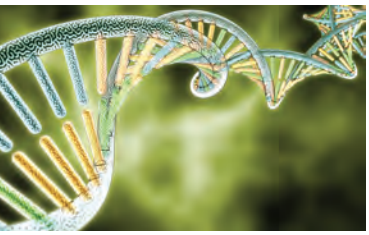
ما هو المُشترك للعمليّات التي تظْهر في الصُّور وفي المُصطلحات التّالية؟

أدوية تكنولوجيا حيويّة



هندسة وراثيّة

هندسة الغذاء



إنتاج الطّاقة من العمليّات البيولوجيّة

سماد عضويّ

تطهير المجاري

استغلّ الإنسان مُنذُ فجْر التاريخ البشريّ عمليّات مُختلِفة التي تحدُث في الكائنات الحيّة لاحتياجاتِه. على سبيل المثال، يَعْتمِد المأكل الرّئيسي للإنسان، الخُبز، على عمليّات بيولوجيّة، التي استطاعت الإنسانيّة استغلالَها، حتّى بدون معرِفة علميّة. بالرّغم من ذلك، تُمكِّن المعرِفة العلميّة الحاليّة من تطوير تقنيّات ذكيّة التي تُحسِّن هذه العمليّات لِصالح الإنسان.

التكنولوجيا الحيويّة هي مجال واسِع، الذي يستغِلّ الكائِنات الحيّة، الخلايا أو مُكوّنات الخلايا، لتطْوير تقنيّات جديدة لفائِدة الإنسان. هُنالِك تطويرات بيوتكنولوجيّة في الزّراعة، صناعة الأغذية، إدارة البيئة، الطِبّ، الأبحاث وغيرِها.

عندما يلْتقي العِلم بالواقِع ....

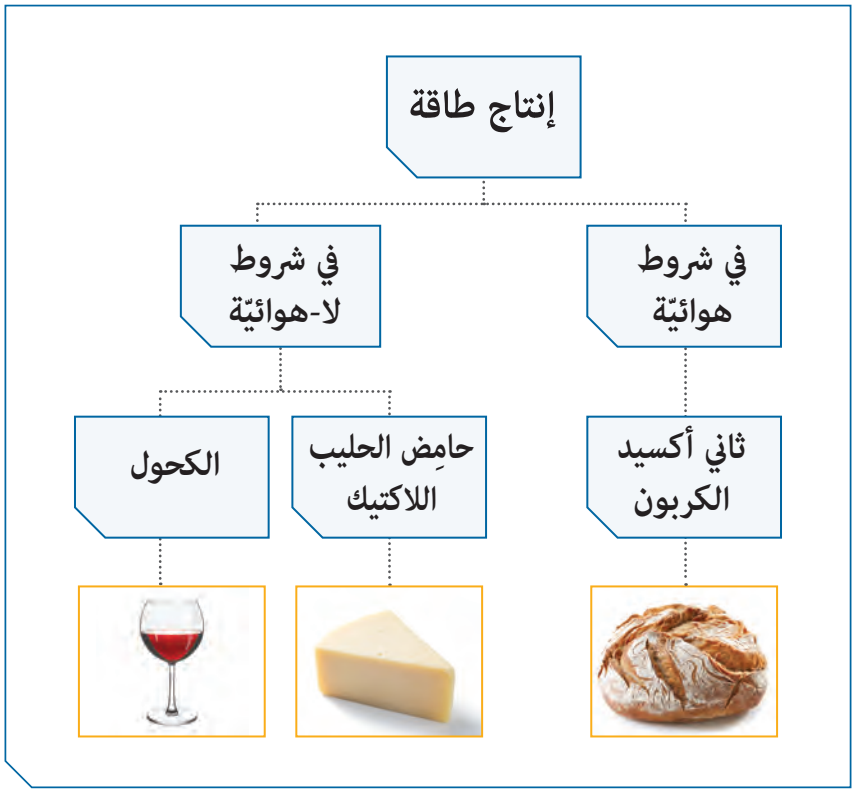
تستغِلّ التكنولوجيا الحيويّة، مِثل التقنيّات الأخرى، المعرِفة العلميّة لاستعمال الإنسان. مع ذلك، يجْلِب هذا المجال قضايا ليس فقط علميّة وإنّما اجتماعيّة. مثلاً، يُوجد لاستعمال الهندسة الوراثيّة أبعاد أخلاقيّة، بيئيّة واقتصاديّة سنناقشُها لاحقًا. سنتعرّف في هذا الفصل على تطويرات بيوتكنولوجيّة في مجال صناعة الغِذاء، البيئة والهندسة الوراثيّة. سنفحص في هذه المجالات أيضًا قضايا اجتماعيّة - أخلاقيّة.

6.1 الكائنات الحيّة الدّقيقة في صناعة الغِذاء

سنتعرّف في هذا الفصل على عدّة أمثلة لاستغلال المعرفة والطُرُق العلميّة لتطوير الأغذية.

يتمّ استغلال عمليّات مُختلِفة التي تحدُث لدى الكائنات الحيّة الدّقيقة لإنتاج أغذية مُختلِفة. عمليّة مركزيّة هي إنتاج الطّاقة. تستطيع الكائنات الحيّة الدّقيقة إنتاج الطّاقة في عدد كبير من العمليّات. يُمكن تقسيمُها إلى عمليّات تنفُّس هوائيّة التي تحدُث بوجود الأكسجين، وعمليّات تنفُس لا-هوائيّة، بدون استعمال الأكسجين.
في العمليّات الهوائيّة تتحلّل المواد العُضويّة الموجودة في أغذية الكائنات الحيّة الدّقيقة إلى ثاني أكسيد الكربون وماء.

تستطيع كائنات حيّة دقيقة عديدة إنتاج الطّاقة في عمليّات لا-هوائيّة بدون استعمال الأكسجين، مثلاً في عمليّات التخمُّر. في هذه الحالات فإنّها تُحلِّل طَعامَها إلى نواتِج أخرى.
سنتعرّف في هذا الفصل على استعمال العمليّات الهوائيّة لإنتاج الطّاقة، مثلاً في تخمُّر الخُبز، وفي المُقابِل هُنالِك عمليّات إنتاج طاقة لا-هوائيّة مثلاً في إنتاج الكحول في صناعة المشروبات الروحيّة، أو إنتاج حوامض التي يتمّ استغلالُها في صناعة الحليب والخُبز.



6.1.1 الخُبز

يُعتبَر الخُبز من الأطعمة الرّئيسيّة، ولرُبّما الطّعام الأقْدَم الذي أنتَجهُ الإنسان. مع هذا في إنتاج الموادّ الخامّ للخُبز، العجينة وعمليّة الخبز تحدُث عمليّات مُعقّدة. تنوُّع الطُّرُق لإنتاج الخُبز كبير جدًا. الفروقات بينها عديدة وتنجُم عن نوع الطّحين، الخميرة، طُرُق التحضير، الأشكال، الطَعْمات وغيرها.
هُنالِك خمسة مُكوّنات أساسيّة في إنتاج الخُبز:
(1) **الخميرة** التي تقوم بعمليّة التخمُّر التي ينتُج عنها ثاني أكسيد الكربون؛
(2) **القمح** الذي يحتوي على الچلوتين. الچلوتين هو زُلال لزِج، الذي يحْبِس بداخِلِه فُقاعات ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الخميرة، وبهذا يُحسّن عمليّة التخمُّر؛
(3) **السُكّر** الذي تستهلكُهُ الخميرة في عمليّة التخمُّر؛
(4) **الملح** الذي يُبطيء فعاليّة الخميرة، وبهذا في تركيز مُلائِم يُوازِن التخمُّر؛
(5) **المياه** تُمكِّن فعاليّة الكائنات الحيّة، مثل الخميرة. تُمكِّن المُوازنة بين القمح والماء من إنتاج المَلْمَس المُلائِم.
تعتمِد عمليّة إنتاج الخُبز على عمليّات ميكروبيولوجيّة وكيميائيّة سنبحثُها في هذا الفصل.

تجربة 8: تطوير وصفة لتحضير الخُبز

أمامكُم قائِمة موادّ خامّ لتحضير أرغفة الخُبز:

- 1 كغم طحين
- 1/4 كأس زيت
- 1/2 كأس سُكّر
- 50 غرام خميرة طريّة
- 1/2 مِلعقة ملح
- 2 كؤوس ماء فاترة

1. تمعّنوا في قائِمة مُكوّنات الخُبز التي في الجدول. أكمِلوا وظيفة كُل مُكوِّن. تستطيعون الاستعانة بارشادات تحضير الخُبز، على سبيل المثال في المواقِع: הנחתום www.baking.co.il , איך להכין לחם https://tinyurl.com/lechem1, מדריכים לאפית לחם Ynet https://tinyurl.com/lechem-afia.
2. يُمكن استعمال الفكرة العلميّة التي بحسبها تستطيع الكائنات الحيّة الدّقيقة العمل بصورة مُثلى في مجال شروط مُعيّن، لتخطيط طُرُق لتحضير الخُبز. اشرحوا لماذا.
3. بالاعتماد على معرفتِكُم بالنسبة للخميرة (فصل 4)، وبالنسبة لشروط تطوُّر الخميرة (المُقدِّمة)، أكملوا الجدول التالي تخمينكُم بالنسبة لتأثير إخراج، زيادة أو تقليل كميّة كُل مُنْتَج على عمليّة إنتاج الخُبز:

	وظيفتُهُ في العمليّة	تأثير على عمليّة إنتاج الخُبز	
		زيادة الكميّة	تقليل الكميّة
الطّحين		فرضيّة:	
		تعليل:	
الزيت		فرضيّة:	
		تعليل:	
السُكّر		فرضيّة:	
		تعليل:	
الخميرة		فرضيّة:	
		تعليل:	

الملح		فرضيّة:	
		تعليل:	
مياه فاترة		فرضيّة:	
		تعليل:	

يُمكِن إيجاد طُرُق مُختلفة ومُتنوِّعة لإنتاج الخُبز. يُوجد تأثير لكُل واحد من العوامِل التّالية على طعم ومَلمَس الخُبز:

- نوع القمح (أبيض، كامِل، شوفان وغيرها)
- نوع الخميرة (طريّة بمُكعّبات، طريّة مُفتّتة بكيس، يابِسة، عجينة مُتخمِّرة (أنظروا التوسُّع)
- كميّة ونوع السُكّر (هل تَستعمِل الخميرة في بيئة عديمة السُكّر النشا الموجود في القمح؟)
- الملح (هل يجب فصلُهُ عن الخميرة عند إنتاج العجينة؟)
- نوع السوائل (ماء، حليب وهكذا)
- زَمن وطريقة العَجْن
- طريقة تغْطية العجينة خلال التخمُّر (مَنشفة أو نايلون لاصِق)
- درجة حرارة التخمُّر (الغرفة، بجانب الفرن أو في الثلاّجة؟)
- عدد مرات التخمُّر قبل الخَبز.

في المُختبر يمكن تغيير كُل واحد من هذه العوامِل، وأن نفحص تأثيرَهُ على عمليّة إنتاج الخُبز وعلى جوْدَتِه.

- فَصِل المُتغيّرات: على الصّفّ تخطيط سلسلة تجارب. في كُل تجربة يجب أن تكون جميع العوامِل ثابتة، ما عدا عامِل واحد، الذي هو المُتغيِّر المُؤثِّر (مثلاً درجة حرارة التخمُّر).
- حدّدوا طُرُق لفحص جَودة العمليّة أو النّاتج: مثلاً حجم العجينة بعد فترة من الزّمن، أو مُدّة التخمُّر حتى مُضاعفَة الحجم، أو فحص الهشاشة والطعم في نهاية العمليّة.

تقسّموا إلى مجموعات عَمَل.
تفْحَص كُل مجموعة تأثير مُتغيِّر واحِد.

على المجموعة أن تقرأ حول المُتغيِّر في إرشادات الخَبْز (مثل المواقع التي ذُكِرَت أعلاه).
على المجموعة تحديد المُتغيِّر المُؤثِّر (مثلاً: نوع الخميرة/ كميّة الخميرة/ كميّة السُكّر). يجب أن تبْقى بقيّة الشروط في التجربة مُتساوية.

سير التجربة المُقترَحَة:

الأدوات للمجموعة:

- أنبوب مُدرّج 250 ملل أو وعاء قياس
- 4 كؤوس (يُمكن استعمال كؤوس أُحاديّة الاستعمال)
- مَسْطَرة
- توش غير قابِل للمحي لوضع إشارة
- صينيّة
- مقياس درجة حرارة

الموادّ:

- 200 غرام طحين (نوع – بالتلاؤم مع التجربة)، ماء، خميرة (من النوع المُلائِم للتجربة)، ملح، زيت.

سير العَمَل:

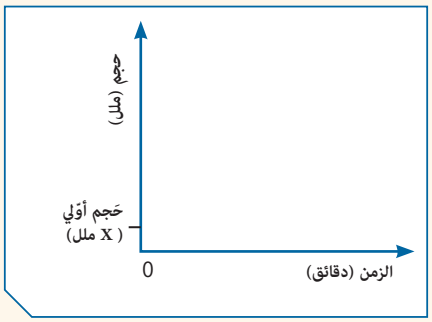
- أشيروا إلى حجوم في الكؤوس الأربعة: أُسكبوا 20 ملل ماء من داخل الأنبوب المُدرّج إلى الكأس، وأشيروا إلى ارتفاع الماء بخطّ. أدخِلوا 20 ملل إضافيّة وأشيروا بخطّ، وهكذا لكُل 20 ملل حتّى امتلاء الكأس.
- انسخوا الأرقام التي أشرتُم إليها للكؤوس الأربعة.
- بالتلاؤم مع السؤال الذي فُحِص على كُل مجموعة إنتاج كُتلتي عجين، كُل واحدة من 100 غرام طحين.
- على المجموعة بناء وصفة بالتلاؤم مع الوصفة الأساسيّة، بِنِسب مُلائِمة لـ- 100 غرام طحين:

كميات لِـ 1 كغم طحين	كميّة لِـ- 100 غرام طحين	عجينة أ (تجربة)	عجينة ب (ضابِط)
1 كغم طحين			
1/4 كأس زيت			
1/2 كأس سُكّر			
50 غرام خميرة طريّة أو 2 ملاعِق خميرة يابِسة			
1/2 مِلعقة مِلح			
كأسان مياه فاتِرة			

- أكتبوا شروط العَجِن، شروط التخمُّر وشروط الخَبز.

تعليمات التحضير

- بعد تحضير العَجين، يجب تَقْسيم عجينة أ لكُرتين، وهكذا بالنسبة لعجينة ب.
- يجب وَضِع كُل كُرة في قاع كأس (أُحاديّة الاستعمال) بعد تعليمها. وأشيروا إلى رَقَم الكأس.
- قيسوا حجم كُرة العجين البدائي في كُل واحدة من الكؤوس الأربعة.
- افحصوا الحجم كُل 5 دقائق، حتى يتضاعَف الحجم.
- أرسموا رسمًا بيانيًا الذي يعرِض تغيُّر حجم العجين كدالّة للزَّمَن.



4. بحسب نتائِج التجربة، ما هي الشروط الأفضَل لتخمُّر العجين؟
5. هل يُحدِّد التخمُّر السريع والعالي جودة رغيف الخُبز؟

- بعد إنْهاء التخمُّر سطّحوا كُل كُرة لرغيف مُستدير.
- ضعوا كُل 4 أرغِفة على وَرَق خبز في صينيّة.
- قوموا بتخميرها مُدّة 15 دقيقة إضافيّة.
- اخبزوا بالفُرن بدرجة حرارة 200C - لمُدّة ما يُقارِب 15 دقيقة.

افحصوا الطّعم، الهشاشة، الملْمَس واللون، واختاروا الطريقة المُفضّلة عليكُم.

6. لماذا كرّرتُم كُل واحد من الشروط مرّتين؟
7. ما هي توصيتِكُم بالنسبة للمُتغيِّر الذي قُمتم بفحصِهِ؟

نِقاش صفّي

- قارنوا نتائِجَكُم مع نتائج باقي طُلاب الصّفّ.
- هل تستطيعون من خلال النتائِج التي نتَجَت في كُل الصّفّ أن تعطوا توصية لطريقة جيّدة لتحضير الخُبز؟
- ابنوا وصفة مُحسَّنة لأرغفة الخُبز من خِلال استنتاجاتكُم.

تستطيعون الآن بالوصفة التي بنيتُموها إنتاج أرغفة خُبز لكُل الصّفّ.

لخّصوا – ما هو مجال الشّروط الذي يُمكِّن التطوُّر الأمثل للخميرة في عمليّة إنتاج الخُبز؟

توسُّع: كيف تُحضِّرون خُبز العجينة المُتخمِّرة؟

يُمكن تحضير الخُبز أيضًا بواسطة استعمال الخميرة الطبيعيّة (خمائر بارا، بار) والبكتيريا. تتواجَد هذه الكائنات الحيّة الدّقيقة بشكل طبيعي في القمح والهواء. فهي تنمو على قشرة بذور القمح وأيضًا على الفاكهة المُختلِفة مثل العِنَب والتُّفّاح. تستمرّ عمليّة تحضير العجينة المُتخمِّرة (التي تعتمِد على خمائر بار) عدّة أيّام. يتمّ إنتاج العجينة المُتخمِّرة من الطحين (الكامِل) والماء بكميّات مُتساوية. يُمكن استعمال المياه التي وُضِع فيها الزّبيب أو التُّفاح لتزيد في العجينة المُتخمِّرة الكائنات الحيّة الدّقيقة التي نمت على الفاكهة. حتّى يتمّ إنتاج العجينة المُتخمِّرة يجب خلط كميّة مُتساوية من القمح والماء لخليط مُنتَظم، وفي أوّل يومين، يجب خلطُها مُجدّدًا كُل 12 ساعة. تتغذّى الخميرة والبكتيريا من القمح، وتُنفَّذ عمليّة التخمُّر. بعد أن تكون العجينة المُتخمِّرة جاهِزة، يُمكن إدخال في كُل مرّة جُزْء من العجينة المُتخمِّرة لعجينة جديدة، واستمرار زيادة العجينة المُتخمِّرة مع مرور الوقت في الثلاّجة. حتى تتمّ المُحافظة على العجينة المُتخمِّرة يجب أن نُضيف إليها طحين على الأقلّ مرّة في الأسبوع. تُنتِج عمليّة تخمُّر العجينة المُتخمِّرة أطعِمة خاصّة في الخُبز، الناجِمة عن وُجود كائنات حيّة دقيقة التي تُنتِج حوامِض مُختلِفة.

1. ما هي العمليّات التي تحدُث في خلايا الكائنات الحيّة الدّقيقة خلال تطوُّر العجينة المُتخمِّرة؟
2. ما هي وظيفة القمح في هذا الخليط؟
3. يُمكن التمييز بواسطة الرائِحة إن كانت العجينة المُتخمِّرة بحالة مُلائمة للاستعمال. ما الذي يُؤدي باعتقادِكُم لفساد العجينة المُتخمِّرة؟
4. ما هي الاختلافات بين الخميرة الصناعيّة والخميرة الطبيعية؟ متى مِن المُفضّل، بحسب رأيكُم، استعمال كُل واحدة منها؟
5. هُنالِك من يدّعي أنَّ استعمال العجينة المُتخمِّرة مُلائم أكثر لميكروبيوم الجهاز الهضميّ. بحسب ما تعلّمتُم في الفصل 1، لماذا بحسب رأيكُم، من المُهم مُلاءَمة الغذاء للميكروبيوم؟

6.1.2 النَّبيذ

المشروبات الكُحوليّة هي جُزء من ثقافة أغلب المُجتمعات الإنسانيّة على سطح الكُرة الأرضيّة. في تاريخ دولة إسرائيل يوجد للنَّبيذ – المشروب الكُحوليّ المُنتَج من العِنَب – مكانة رائعة. بدأ إنتاج النّبيذ في دولة إسرائيل في الفترة الكِنعانيّة القديمة، قبل ما يُقارب خمسة آلاف سنة. كانت هُنالِك فترات ازدَهَرت فيها صِناعةُ النّبيذ، مثلاً في فترة الملوك في إسرائيل (100-586 قبْل الميلاد) أو في الفترة البيزنطيّة (في المئات 4-6 للميلاد). في المُقابِل كانت هُنالِك فترات، والتي بسبب سياسة الحُكم الإسلاميّ، تمّ اقتلاع أشجار الكروم وتمّ تقليل صناعة النبيذ (رُغم ذلك، دائِمًا بشكلٍ مُؤقّت فقط).

إنتاج مشروب كُحوليّ هو عمليّة بيوتكنولوجيّة: استعمال كائنات حيّة لاحتياجات الإنسان.

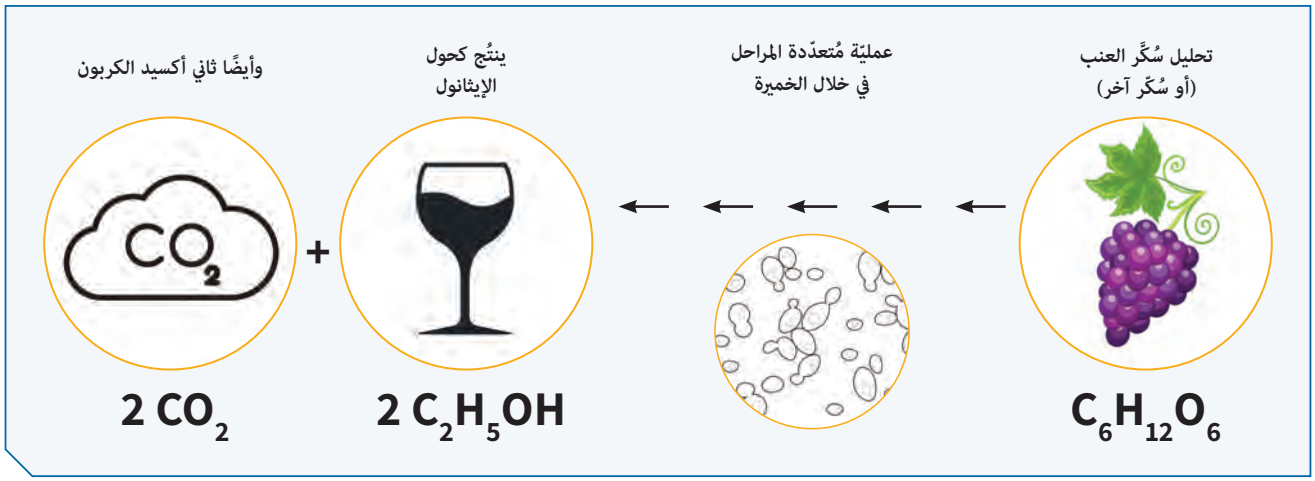
الكائنات الحيّة المقصودة هي **الخميرة**.

تتواجَد الخميرة (من سُلالات مُختلفة عن تلك التي تعرّفنا عليها في صناعة الخُبز) بشكل طبيعيّ على قشرة العِنَب. أوّل من كَشَفَ وجودَها العالِم الفرنسيّ لوي باستير عام 1856 بتحديده، الثوريّ في عصرِه، أنّ: "هذه الخميرة حيّة. هذا ليسَ لأنّ هذه الخميرة هي التي تُحوِّل شمندر- سُكّر وأيضًا سُكّر العِنَب إلى كحول".

تستطيع الخميرة العيش بوجود الأكسجين (شروط هوائيّة) وأيضًا بدون الأكسجين (شروط لا هوائيّة).

يتمّ إنتاج النّبيذ داخل أوعية مُغلقة. في المرحلة الأولى تستعمِل الخميرة الأكسجين للتنفُّس الخلويّ، الذي يُعطي الطاقة للخلايا. بعد زمنٍ قصير ينفذ الأكسجين، وتحدُث في الخميرة عمليّة التي تُسمّى "**تخمُّر كُحوليّ**". في هذه العمليّة، تُنتِج الخميرة الطاقة بواسطة تحليل السُكّر إلى كحول وثاني أكسيد الكربون.

التخمُّر الكُحولي هو عمليّة كيميائيّة: عمليّة التي فيها من موادّ (مُتفاعلات) تنتُج موادّ جديدة (نواتِج). تحدُث العمليّة في خلايا الخميرة (وفي خلايا كائنات أُخرى في الطبيعة). تُوجد في العمليّة مراحِل عديدة. فيما يلي تلخيص العمليّة:



مراحِل إنتاج النَّبيذ بالطّريقة التقليديّة وبالطُّرُق الحديثة

أ. تحديد موعِد قطف العِنَب

1. بِحَسب درجة نُضوج العِنَب.

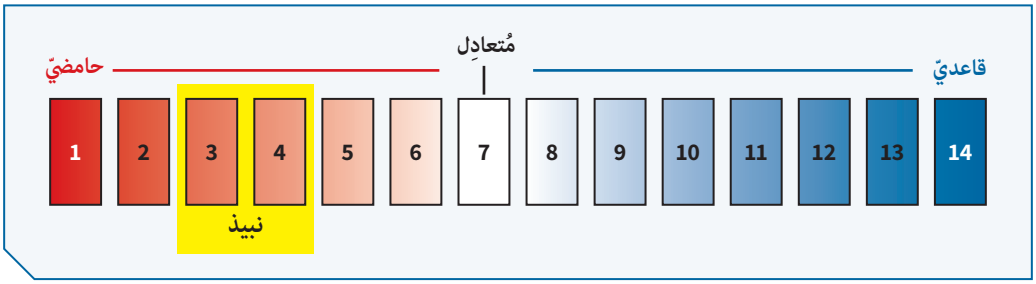
2. بِحَسب مُستوى السُكَّر.

فحص مُستوى السُكَّر في جهاز الذي يُسمّى ريفروكتوماتور:

1. من لحظة قطف العِنَب لا يرتَفِع مُستوى السُكَّر في العِنَب. اعتمدوا على مفهوم التخمُّر واشرحوا ما أهميّة مُستوى السُكَّر في عمليّة إنتاج النَّبيذ؟

3. بحسب مُستوى حامضيّة العِنَب.

يتمّ قطف العِنَب عندما يكون في درجة حامضيّة مُلائِمَة للعمليّة. في حال أنّ الحامضيّة غير مُلائِمَة، تتمّ مُوازنتها بواسطة إضافة حامض أو قاعدة.



ب. قطف العِنَب

يُمكن قطفُهُ بطريقة يدويّة أو ميكانيكيّة

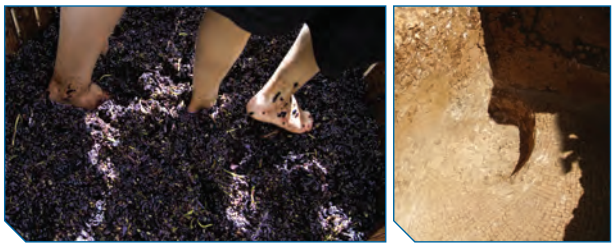
قَطِف يدويّ

قَطِف ميكانيكيّ

ج. إنتاج عصير العِنَب

- **في العصور القديمة:** دوس في المَعْصرة
- **في أيامنا:** مَعْس العنب، وطحِن أو فصِل القُطوف والأغصان. [القُطْف هو الغُصُن المُتشعِّب الذي يرتبِط إليه العِنَب. الغُصُن هو الغُصُن الأخضر لأوراق الدوالي]

2. لماذا مَعْس العِنَب هي المرحلة الأولى الضروريّة في إنتاج النّبيذ؟



في العصور القديمة (طريقة تقليديّة)

اليوم (طريقة عصريّة)

- إبقاء النّبيذ مع البذور والقشور: يتعلّق توقيت فصل القشور والبذور بِنَوع النّبيذ الذي نُنْتِجُهُ. في النّبيذ الأحمر، على سبيل المثال، إبقاء القشور مع النّبيذ يزيد من شِدّة اللون ويزيد أطعِمة ونَكَهات مُميَّزَة.
- عَصِر وفصِل عن القشور والبذور (التوقيت – قَبِل/ بَعِد التخمُّر – بالتلاؤم مع نوع النّبيذ المطلوب).

ج.1. تطْهير عصير العِنَب (في طريقة تحضير النّبيذ العصريّة فقط)

يُمكن تطْهير عصير العِنَب (خمائر بار والبكتيريا) بطريقتين: إضافة مادّة التطْهير ثاني أكسيد الكبريت SO_2 أو البسترة. البسترة هي تسخين لدرجة حرارة بين 60-70°C .

خمائِر النَّبيذ

في الصورة يُمكن رُؤية كائنات حيّة دقيقة طبيعيّة (بالأساس خميرة) على سطح العِنَب، وبجانبها خميرة تجاريّة.
بعد التطْهير يُضيفون لعصير العِنَب خميرة تجاريّة.

3. ما هي، بحسب اعتقادكُم، أفضليّة الطريقة الحديثة التي يُطهّرون بها عصير العِنَب بحيث تتمّ إضافة الخميرة التجاريّة على الطريقة التقليديّة، التي يستعملون بها الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة على سطح العِنَب بِشكل طبيعيّ؟

د. التخمُّر الكحوليّ

إبقاء عصير العِنَب في أوعية تخمُّر مُغلقة. في الماضي قاموا باستعمال أجرار الخارصين أو البراميل الخشبيّة. في المزارِع الحديثة يستمرّون باستعمال براميل الخشب، وأيضًا أوعية الفولاذ المُقاوِم للصدأ، والتي تُمكِّن من مُراقَبَة أفضل لشروط البيئة.
مُدّة التخمُّر ودرجة حرارة التخمُّر (بين 12-37°C) تتغيّر بالتلاؤم مع نوع النّبيذ.

4. على أيّة صِفتيْن للنّبيذ ستُؤثِّر مُدّة التخمُّر؟ اشرحوا كيف.

هـ. تكمِلة العمليّة في نبيذ من أنواع مُختلِفة

- في أنواع نبيذ مُعيّنة يتم تنْفيذ تخمُّر إضافي والذي يُسمّى تخمُّر كُحوليّ، بواسطة إضافة بكتيريا مُلائِمة. يُؤدّي التخمُّر إلى انخفاض الحامضيّة، وإضافة نَكَهات وأطعمة.
- هُنالِك أنواع نبيذ التي تمُرّ بعمليّة تَعْتيق في براميل من البلّوط لمُدّة سنة على الأقلّ، للحصول على عطور الخَشَب.
- تظْليل النّبيذ وتصفية – للحصول على نبيذ صافٍ.

و. تعبئة بالقناني

يتم نَقْل النّبيذ إلى القناني التي يتم إغلاقُها عادةً بسدّادات الفلّين.
تمُرّ أنواع نبيذ عديدة بعمليّة تعتيق في القناني لعدّة أشهُر.

5. لائِموا في الجدول التّالي، المراحِل المُختلِفة، واشرحوا بواسطة العمليّة الكيميائيّة للتخمُّر، وظيفة كُل مرحلة:

المرحلة	الطريقة التقليديّة	الطُّرُق الحديثة	وظيفتها في إنتاج النّبيذ

تظْهر في التوسيفتا[31] (مصدرُها من المئة 2-1 للميلاد) تعليمات لإنتاج نبيذ مُفتَخَر: "(أ) لم يقطفوا العِنَب ويجمعوه وإنّما يقطفوه ويدوسوا عليه مُباشرةً... (ب) ولا نملأ البرميل بِشكل كامِل... حتّى تكون رائحتُها مُنتشِرة... (ج) ثُقِبَت وأُخِذت من ثُلثها ومن وسطِها".

6. أ. لماذا في طريقة التحضير التقليديّة يجب الدَّوس على العِنَب مُباشرةً بعدَ القطْف؟

ب. تمعّنوا ثانيةً في صيغة عمليّة التخمُّر واشرحوا لماذا يجب عدم ملأ وعاء التخمُّر بأكملِهِ، ولماذا من المُهم أن يكون به ثُقُب صغير.

7. ليس شرط أن يكون المشروب الكحوليّ من العِنَب. يُمكن إنتاج مشروب كحوليّ أيضًا من فاكهة أُخرى، الشّعير، الحليب وغيرها.

ما هو التّشابُه في عمليّة إنتاج النَّبيذ والمشروبات الكحوليّة الأخرى؟ وما الذي يُسبِّب الاختلافات بينها؟

8. أمامكُم رَسمة مَصريّة قديمة. ماذا يُمكن أن نتعلّم مِن هذه الرَسمة عن طُرُق إنتاج النَّبيذ في مَصر القديمة؟

9. لخِّصوا: ما هو مجال الشُّروط الذي يُمكِّن من تطوُّر الخميرة الأمثَل في عمليّة إنتاج النَّبيذ؟

أفلام ومقالات للتوسُّع

- סוד התסיסה תרבות היין העולמית, מסע אחר https://tinyurl.com/sod-wine
- הפורטל הישראלי להכנת יין https://tinyurl.com/wine-hachana
- תהליך ייצור יין, יקבי רמת הגולן http://golanwines.co.il

31 תוספתא מנחות ט הלכה ב

6.1.3 مَنْتوجات الحليب

يتمّ إنتاج الأجبان ومَنْتوجات حليب عديدة من خِلال استعمال كائنات حيّة دقيقة. تتغذّى بكتيريا حامِض الحليب (اللاكتيك) على سبيل المثال من سُكّر الحليب، اللاكتوز، وتُنتِج منه في عمليّة التخمُّر، حامِض الحليب (اللاكتيك)، الذي يُؤدّي إلى تخثُّر الحليب. أيضًا في تحضير منْتوجات الحليب يتساعدون بمُستنْبتات الكائنات الحيّة الدّقيقة. في هذه الحالة تكون وظيفتُها أن تُؤدّي إلى تخثُّر الجبنة بواسِطة تغيير حامضيَّتِها (نتيجة لإنتاج حامِض الحليب (اللاكتيك)، وأيضًا إنتاج أطعِمَة مُختلِفة. في أجبان من أنواعٍ مُعيّنة يسْتعملون فطريّات عَفَن مُختلِفة التي تُعطي لون مُميَّز (أزرق أو أبيض) وأطعمة خاصّة (على سبيل المثال، في أجبان كممبير، أو روكفور).

تجربة 9: تحضير اليوچورت واللبنة

ينتُج اليوچورت في عمليّة تخمُّر البكتيريا. تستهلِك البكتيريا سُكّر اللاكتوز الذي في الحليب وتُنتِج حامِض الحليب (اللاكتيك) في عمليّة تنفُّس لاهوائيّة (بدون وجود الأكسجين). تُغيِّر الحامضيّة الزائِدة بسبب وجود حامض الحليب (اللاكتيك) ملمس زُلاليّات الحليب وهكذا ينتُج يوچورت حامِض ولزِج.

الحليب: يُمكن استعمال حليب الذي يحتوي على 3% حتى 4.5% دُهْن (يُمكن استعمال حليب مُدَعَّم). على الحليب أن يكون من كيس وليس من كرتون، لأنّه يحتوي أقلّ مُضافات. إذا كانت هُنالِك إمكانيّة، مِن المُفضّل استعمال حليب بقر من مزرعة الألبان، أو حليب غَنَم مُباشرةً من الحَقِل، لكن يجب أن يمُر ببسترة قبل الاستعمال.

الموادّ والأدوات

حليب، يوچورت، وعاء لتسخين الحليب، مُسطَّح تسخين أو موقِد، أوعية زُجاجيّة مع أغطية، مقياس درجة الحرارة، ملعقة، ملاعق أُحادية الاستعمال، قماش شاش أو وَرَق تنْشيف، ورق pH.

عَمَل في مجموعات

مرحلة ا. تحضير يوچورت

1. قبل التنْفيذ، اقرؤوا تعليمات تَحْضير اليوچورت[32] ، واملئوا الجدول التّالي:

	تعليمات التّحضير	سبب العمليّة
أ	سخّنوا نصف لتر حليب لدرجة حرارة 70- مئويّة	
ب	ارتكوا الحليب ليبرُد حتّى يصل لدرجة حرارة 40 مئويّة	
ج	أسكبوا ماءً مغليًّا لداخِل وَحَوْل وعاء زجاجي حجمهُ – 750 ملل، وبعد ذلك أسكبوا الحليب الذي برد داخِل الوعاء	
د	أضيفوا 2-1 ملاعِق يوچورت بدون أن تخلطوها (تُنتِج أنواع اليوچورت المُختلِفة أطعِمة مُختلِفة)	
هـ	غطّوا فتحة الوعاء بقُماش شاش أو وَرَق تنشيف، واربطوه بواسطة مطّاط	
و	أُتركوه بدرجة حرارة الغرفة أو في مكان دافِئ	

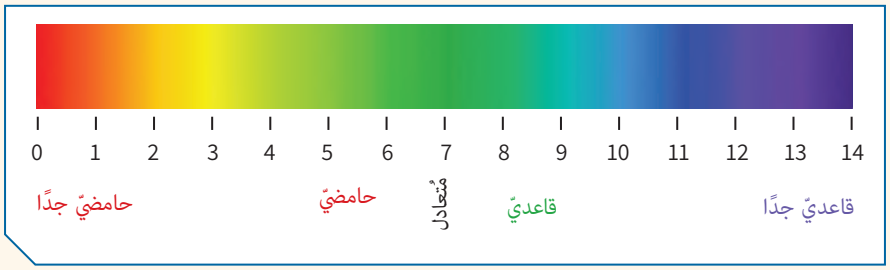
32 بالاعتماد على: ליאור זינגר (2012) יוגורט (ולבנה) בריא, פשוט וזול

2. هُنالِك طُرُق مُختلِفة لتحضير اليوچورت. أيّة شروط من بين المراحِل (أ – و) يُمكن تغييرُها بحسب اعتقادكُم؟
قرّروا في مجموعتكُم أي عَامِل في تحضير اليوچورت يهمُّكم أن تبحثوه.
3. خطِّطوا تجربة التي تشمل مُعالَجَتين: وعاء التجربة (الذي تُغيّرون به عامِل واحِد – المُتغيّر الذي اخترتُم أن تقوموا ببحثِه) والوعاء الضّابِط (تحضيرُه بحسب التعليمات التي تظْهر في الجدول). أطلبوا مِن المعلّم/ة الموافقة على تخطيطكُم قبل تنفيذ التجربة.
4. عليكُم تنْفيذ تِكرار واحِد فقط على كُل مُعالجة. بالرغم من ذلك، أكتبوا ما هي أفضليّة تنْفيذ تكرارات عديدة على كُل مُعالجة.

تنْفيذ التجربة: حضّروا اليوچورت في وعائين، بحسب التّخطيط الذي وافقَ/ت عليهِ المعلّم/ة.

- افحصوا اليوچورت مُباشرةً، بعدَ ساعة، وفي اليوم التّالي. أخرِجوا عيّنة في ملعقة نظيفة.
  أ. حدِّدوا لأي مدى اليوچورت كثيف.
  ب. ذوقوا قليلاً منه وحدّدوا لأي مدى الحليب حامِض.
  ج. في النهاية، اغمسوا قطعة وَرَق pH في اليوچورت الذي في الملعقة وبِحَسب اللون النّاتِج تستطيعون أن تفحصوا لأي مدى الحليب حامضيّ.

يجب عدم تذوُّق اليوچورت بعد إدخال وَرَق الـ pH إلى الملعقة لأنّ الوَرَق يحتوي على مادّة سامّة.



5. اعرضوا نتائِجكُم في جدول.
6. كيف تُفسّرون التغييرات التي تحدُث خلال عمليّة التحميض؟
7. فسِّروا الاختلافات التي حصلتُم عليها في المُعالجتين. تطرّقوا في تفسيركُم للفكرة العلميّة "تستطيع الكائنات الحيّة الدّقيقة أن تعمل على النحو الأمثّل في مجال شروط خارجيّة".

- غطّوا أوعية اليوچورت بعدَ مرور يوم بغِطاء واحفظوها في الثلاّجة حتّى **المرحلة ب**.

8. يُمكن تحضير يوچورت جديد من خلال استعمال القليل من اليوچورت الذي حضّرتُموه. اشرحوا لماذا.
9. يُمكن إضافة 1 – 2 أقراص بكتيريا بروبيوتيكيّة إلى الحليب بَدَل اليوچورت. اشرحوا لماذا.

نِقاش صفّيّ

اجمعوا النّتائِج من باقي مجموعات الصّفّ. ماذا تعلّمتُم مِن التّجارب المُختلِفة؟

مرحلة ب: تحضير جُبنة لَبَنِة

- ضعوا مِنْخلاً مُغلّفًا بوَرَق الشّاش على وعاء.
  أسكبوا على المِنْخل اليوچورت الذي حضّرتُموه (للتحْسين يُمكن إضافة أعشاب التبْهير).
- انتظِروا عدّة ساعات للحصول على جُبنة لَبنِة. كُلما استمرّت العمليّة وقتًا أطول، تنتُج لَبَنِة كثيفة أكثر.
- أدخلوا الجبنة إلى وعاء مُغلق في الثلاّجة.

10. هُنالِك من يُوصون بشُرب الماء الذي ينزِل من المِنخل لأنّه يحتوي على بكتيريا بروبيوتيكيّة. على ضوء معلوماتكُم عن الميكروبيوم، هل تدعمون هذه التّوصية؟ اشرحوا.

مرحلة ج: إنتاج كُرات اللّبَنِة

- أنتجوا كُرات لَبَنِة كثيفة.
- ضعوا الكُرات في وعاء مليء بزيت الزيتون.
- على الزيت أن يفصِل بين الكُرات لمَنع التصاقِها.

تستطيعون الآن أن تأكلوا خُبزًا مع لَبَنِة من صُنع أيديكُم. صحّة وهنا!!

التعرُّف على طُرُق تحضير الأجبان

عمل جماعيّ

اختاروا وصفةً لتحضير الجُبن بحسب رغبتِكُم، من بين الرّوابِط التّالية:

- מתכוני גבינה של איה https://tinyurl.com/gvina-matcon
- אתר עושים גבינות בבית http://home-cheese.com
- סרטון הדרכה להכנת גבינות פשוטות https://tinyurl.com/gvinot-pshutot
- יעל גרטי 2008, גבנו זאת בעצמכם: איך מייצרים גבינות בבית בקלות, Ynet https://tinyurl.com/gabnoo

- حضّروا مُخطّط سريان الذي يصِف العمليّات البيولوجيّة التي تحدُث في مراحِل تحضير الجُبن (من المُفضّل عرضُه كعارضة شرائح).
- اعرضوا أمام طُلاب الصّفّ عمليّات تحضير الأجبان المُختلِفة.
- صنّفوا الأجبان المُختلِفة لأنواع بحسب عمليّات تحضيرِها.
- ما هي أنواع الكائنات الحيّة الدّقيقة المُختلِفة التي يُمكن استعمالها في تحضير الأجبان التي عرضتُموها؟ ما هي وظيفتُها في إنتاج الأجبان؟

6.2 زيادة فَترة الصَّلاحيَّة

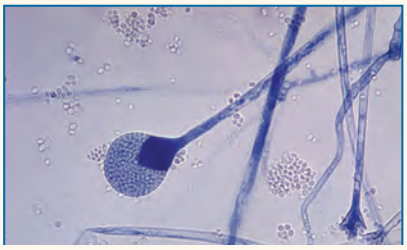
أكثر من مرة وجدنا قطعة من الخُبز التي تم نسيانُها أو الخضار التي بَقِيت في الثلاّجة لفترة طويلة مُغطّاةً بالعَفَن.

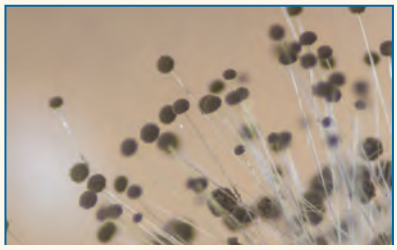
ما هو العَفَن؟ هل هو ضارّ؟ كيف يُمكن مَنع ظُهورَهُ في الغِذاء؟

تجربة 10: مُشاهدة العَفَن من خلال المَجْهَر

تحذير: الطُلاب الذين يُعانون من مَرَض الأزمة أو الذين لديهِم حساسيّة للعَفَن أو البينتسلين لا يُنفِّذون هذه التجربة[33].

الموادّ والأدوات





- عَفَن الذي نما على خُبز مُدّة أسبوعين
- مثيلين أزرَق
- زُجاج حامل ومُغطّي
- مِسواك
- إبرة تثْبيت
- وَرَق ماصّ
- قفّازات أُحاديّة الاستعمال

سَيْر العَمَل [يجب العَمَل مع قفّازات]

قِسم أ

تمعّنوا بالعَفَن من خِلال الزُّجاجة المُكبِّرة. صوّروا وصِفوا.

قِسم ب

- قطّروا قطرة مثيلين أزرق على الزُّجاجة الحامِلة
- مرّروا بواسِطة المِسواك القليل مِنَ العَفَن ووزّعوهُ داخلِ القطرة
- ضعوا طَرَف الزُجاجة المُغطّية بزاوية 450 في طَرَف القطرة، واتركوها بمُساعدة إبرة مُثبّتة
- تأكّدوا مِن عَدَم وجود فُقاعات
- امتصّوا فائِض السّوائِل بواسِطة الوَرَق الماصّ
- شاهِدوا في المَجْهَر بتكبير صغير، ومن ثُمّ في تكبير مُتوسِّط وكبير
- صوِّروا نتائِجكُم
- أُرسُموا، صِفوا وفسِّروا ما تَرَون

33 **يجب مُلائمة التجربة** للتعليمات المُحتْلنة **لوزارة التربية** https://tinyurl.com/chozer-mankal

العَفَن هو فطريّات. مِثل جميع الفطريّات، فهو مبني من خيوط دقيقة التي تترتّب بشبكة والتي تُسمّى الغَزَل الفطريّ. بالرّغم من الترتيا الذي يُنتِج شبكة كبيرة، يُعتبَر العَفَن كائنات حيّة دقيقة[34]. فهو يتغذّى من الموادّ العُضويّة الموجودة داخِل المُستنْبَت الذي ينمو عليه (مثلاً الخُبز، النباتات وحتّى الأرجل والجُدران). مِنَ الغَزَل الفطريّ تمتدّ جذور امتصاص التي تستوعِب موادّ الغِذاء. يتكاثَر العَفَن بواسِطة الأبواغ التي تتطوَّر داخِل أجسام النّباتات (من الأبواغ) النّاتِجة بعد أن يتجمّع العَفَن في مكان تنْمِيَتِه. ينتَشِر البَوغ في الهواء ويتبرْعَم على مُسْتَنْبَت الغِذاء في شروط مُلائِمة. هُنالِكَ أصناف عديدة من العَفَن، التي تختلِف بألوانِها، بالموادّ التي تُنتِجُها وغيرها.

1. اشرحوا كيف يُساعِد مبنى العَفَن في تَنْمِيَتِه وتكاثُرِه.
2. هُنالِك أصناف عَفن التي تضُرّ الصِحّة، بينما أنواع أُخرى يستغلُّها الإنسان لاحتياجاتِه. أعطوا أمثِلة لاستعمالات ولأضرار العَفَن.
3. من المعروف أنّ العَفَن في الغِذاء هو مُشكلة اقتصاديّة كبيرة. أعطوا أمثِلة لحالات التي مِن المُمكن أن يتطوّر فيها عَفَن في الفاكِهة والخضراوات. استعينوا بـ בהנחיות לאחסון פירות וירקות التّابعة لوزارة الزِّراعة. https://tinyurl.com/ichsun-perot

اقتراح لِبحث: تخْزين الخُبز – الحِفاظ على الطّراوة مِن خلال مَنع تطوُّر العَفَن.

4. ما هي الشُّروط المطلوبة للحِفاظ على طراوَة الخُبز؟ وما هي الشُّروط المطلوبة لتطوُّر العَفَن؟ تطرّقوا في إجابتِكُم لِمجال الشُّروط التي تُمكِّن نشاط أمثل للكائنات الحيّة الدّقيقة.
   - أحد التحدّيات في إيجاد الحلول للتعبِئة هو زيادة فترة الصّلاحيّة للمُنتَجات.

5. اجمعوا أنواع مُختلِفة لعُبوات الخُبز، وخزِّنوا في كُل واحدة منها قطعة من الخُبز.

افحصوا خِلال فترة زمنيّة وَزن الخُبز، وتطوُّر العَفَن. بإمكانِكُم تعبئة الجدول التّالي لكُل قطعة:

مِقياس	بداية التجربة (تاريخ)	بَعْدَ يوم (تاريخ)	بَعْدَ أسبوع (تاريخ)	بَعْدَ أسبوعين (تاريخ)	بَعْدَ 3 أسابيع (تاريخ)
وزن القطعة (غرامات)					
مدى الرطوبة (من 1 جافّ جدًا حتّى 5 رَطِب جدًا)					
تغطية العَفَنْ (نسبة)					
ألوان العَفَن					
الرائحة					
صورة القطعة					

34 Hibbett, D. S., Binder, M., Bischoff, J. F., Blackwell, M., Cannon, P. F., Eriksson, O. E., ... & Lumbsch, H. T. (2007). A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. Mycological research, 111(5), 509-547.

6. اختاروا إحدى العُبوات التي فحصتُموها. أرسموا رسمًا بيانيًا الذي يصِف وزن الخُبز في أوقات القياس المُختلِفة. على نَفْس هيئة المحاوِر، أرسموا نِسبة تَغطية العَفَن في أوقات القياس المُختلِفة. هل تُوجد علاقة، بحسب رأيكُم، بين التغيُّر في وزن الخُبز وبين التغيُّر في تَغطية العَفَن؟ كَيف يُمكن تفسير ذلك؟
7. اشرحوا الاختلافات في تطوُّر العَفَن بين عُبوات الخُبز المُختلِفة.
8. ماذا يجب أن تكون، بِحسب رأيكُم، صِفات عُبوة الخُبز المِثاليّة؟ اشرحوا أهميّة كُل صِفة من التي ذكرتُموها.
9. ما هي الشروط البيئيّة الأُخرى التي توصون بها، والتي هي مُهمّة لتخزين الخُبز؟

للتلخيص

أرسموا تخطيطًا الذي يشمل المُصطلحات التّالية:

تخمُّر، أكسجين، لاهوائي، كحول، حامِض الحليب (اللاكتيك)، نبيذ، أجبان، خُبز، خميرة، عَفَن، سُكّر.

تَخْليل الخِيار

يتمّ تَخْليل الخِيار عن طريق تخمُّر حامِض الحليب (اللاكتيك)، بواسِطة الكائنات الحيّة الدّقيقة الموجودة على قشرة الخيار.

ابحثوا عن معلومات لتحضير الخيار المُخلّل، واشرحوا مجال الشّروط الذي يُمكِّن هذا التخمُّر؟

ما هو التّشابُه وما هو الاختلاف بين عمليّة تحْميض الخيار وعمليّات تحضير الخُبز، النّبيذ والجُبن؟

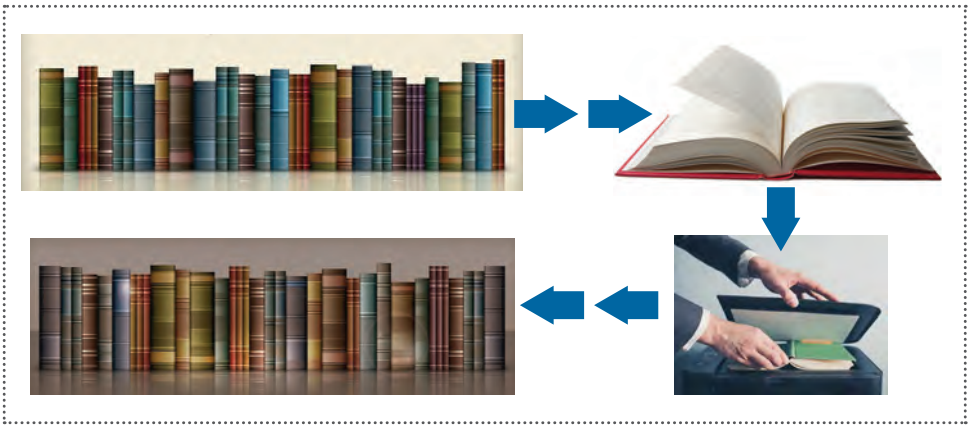
6.3 غِذاء مُهنْدَس وراثيًا

ما الذي يهُمُّك أن تعرِفَهُ عن الهَنْدسة الوراثيّة؟

على كُل طالِب/ة تسجيل أسئلة على وَرَقة (لستَ مُلزَم بتسجيل إسمِك).

ابنوا مَخزنًا لجميع الأسئلة التي طُرِحت في الصّفّ، حتّى تستطيعون استعمالها خلال أو في تلخيص الفصل.

يُمكن تَشْبيه الهَنْدسة الوراثيّة لنَقِل المعلومات من كتاب وصفات في إحدى المكتبات، إلى كتاب وصفات في مكتبة أخرى.

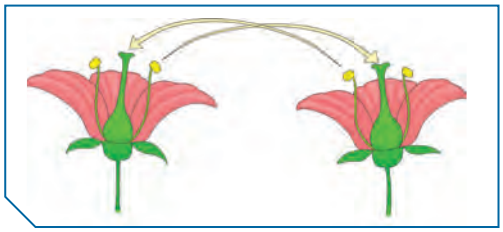


الهَنْدسة الوراثيّة هي تقنيّة التي تُمكِّن نقل صفات بواسطة نقِل المادّة الوراثيّة DNA بين كائِنات مُختلِفة. يتمّ نَقِل الصِّفات الوراثيّة بشكل طبيعيّ في عمليّة تكاثُر جنسيّ، يتم فيها دمج صِفات الذكر والأنثى لإنتاج نسِل مُشترَك.

يتم استغلال عمليّة الوراثة لتنفيذ تَهْجين مُبَرْمَج بين الأفراد المطلوبة، طريقة التي استَعملَها الانسان لتَحسين الأصناف التي تُستَعمل لحاجاتِهِ خلال آلاف السّنوات.
في المُقابل، في الهَنْدسة الوراثيّة يُمكن نَقِل صفات وراثيّة بين كائنات من أصنافٍ بعيدة عن بعضها البعض، التي لا تتكاثَر مع بعضها البعض، مثلاً من البكتيريا إلى البندورة. يُمكن أيضًا زيادة إنتاج موادّ في الكائِن نفسهُ، مثلاً زيادة عمليّة إنتاج الڤيتامين في البندورة، وجَعلَها تُنتِجُهُ بكميّة أكبر.

1. صِفوا كيف يُمكن استعمال السّمَك القُطبي لإنتاج بندورة مُقاوِمَة للبرد. بإمكانكُم وصف العمليّة بمُساعدة تخطيط والاستعانة بالصُّور.

خلال آلاف السّنوات من الزّراعة، قامَ الإنسان بتَحسين الصّفات الوراثيّة (تحسين وراثيّ) في النّباتات والكائنات الحيّة. يتم التَحسين الوراثيّ بواسطة التهْجينات، وزيادة الأنسال ذوي الصّفات المطلوبة مِن قِبَل المُزارِع. إذًا، ما هو التغيير الكبير الذي أحدَثَتْهُ الهَندَسة الوراثيّة؟



نتعرّف بدايةً على الطّريقة التقليديّة للتَّحسين. يتمّ التهجين في النّباتات بواسِطة نَقِل مسحوق مِن نوع واحِد إلى عُنق ورقة النّوع الآخر.
يختارون مِن بين العديد من الأنسال النّاتِجة، ذوي الصّفات الأكثر مُلاءَمة، ويستمرّون في تَهجينها. هكذا يُمكن الوصول، بعد عدّة أجيال، إلى نباتات ذوي الصّفات المطلوبة.
مِثال لتَحسين وراثيّ هو تَحسين الملفوف البرّيّ خِلال آلاف السّنوات.

2. يَصِف التّخطيط الأعضاء المُختلِفة في النّبتة التي تمّ تحسينُها وأنتَجوا (بالترتيب من اليمين إلى اليسار) كولورابي، زهرة، كَرْنَب، ملفوف، وبروكولي. اختاروا واحدًا من الخضراوات التي تمّ تطويرُها من الملفوف البرّيّ، وعبِّروا بواسِطة رَسِم تخطيطيّ كيف أنتجوهُ.

3. لماذا استمرّت عمليّة تَحسين المَلفوف البرّيّ آلاف السّنوات؟

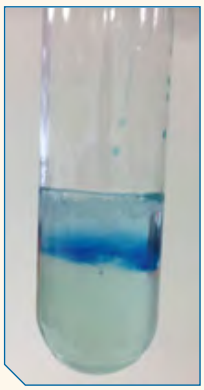
4. بشكِل مُشابِه للأصناف التي عُرِضَت تمّ تطوير أصناف غِذاء عديدة مِثل الطّحين، البندورة، وسُلالات من الكائنات الحيّة مثل الكِلاب. ما هو الفرق بين التهجينات والهَندَسة الوراثيّة؟

كيف نُمرِّر معلومات وراثيّة من كائن حيّ إلى آخر؟

في المرحلة الأولى يجب إنتاج DNA الذي يحتوي على الصّفة التي نُريد نقلُها.

سنُحاوِل إنتاج DNA مِن خلايا في جِسمِنا.

تجربة 11: إنتاج DNA بشريّ



الموادّ والأدوات[35]

- 5 ملل محلول 8% ملح في كؤوس أحاديّة الاستعمال.
- محلول مُنظِّف 25% (يُمكن استعمال سائل غَسِل الأواني)
- 5 ملل إيثانول 95% بارِد (يجب تخزينُهُ في الثلاّجة حتّى استعمالِه).
- مثيلين أزرق
- مِسواك خشب
- 2 أنابيب
- قُمُع

سيْر العَمَل

- اغسلوا فمكُم جيدًا بواسطة 5 ملل محلول ملح 8% لمُدة 30 ثانية. حاوِلوا إضافة لُعاب للماء.
- أنقُلوا الماء الذي في فمكُم بواسِطة القُمُع إلى الأنبوب.
- خذوا قطّارة نظيفة. أضيفوا 2 ملل محلول مُنظِّف 25%.
- أغلِقوا الأنبوب واخلطوا مُحتواها بِحَذَر بواسِطة قلب الانبوب مِن جانِب إلى آخر 5 مرّات.
- انتظِروا دقيقتين.
- امسكوا الأنبوب بزاوية 450. أضيفوا إلى داخِلها بِبُطء على جِدار الأنبوب، 5 ملل إيثانول بارِد 95% .
- سيُنتِج الكحول طبقة فوق طبقة السائل السُفلى. لا تخلِطوا الطبقتيْن! سيتجمّع الـ DNA في الحدّ الذي بين الطبقتيْن.
- انتظِروا 10-3 دقائِق، وشاهِدوا الـ DNA الخارِج من الطبقة السُفلى إلى الطبقة العُليا.
- يُمكن إضافة قطرة مِنَ الكاشِف مثيلين أزرق حتى يتم صَبغ الـ DNA.
- اسحبوا الـ DNA بمُساعدة مِسواك خشب الذي يلْتَصِق للمِسواك، وانقلوهُ إلى الأنبوب النّظيف.

35 **يجب مُلائمة التجربة** للتعليمات المُحتْلنة **لوزارة التربية** https://tinyurl.com/chozer-mankal

5. اشرحوا ما هي المادّة النّاتِجة، وما هو مصدرُها.
6. ماذا يُمكن، بحسب اعتقادكُم، أن نعمل مع هذه المادَّة؟

كيف يُمكن الحصول على كميّة كبيرة من الجين المطلوب؟

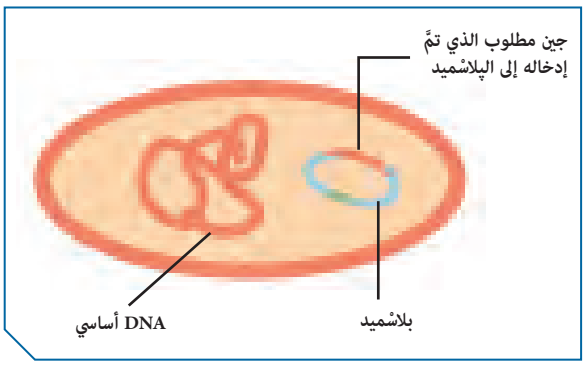
- نَجِد الجين المطلوب (**جين** = وحدة معلومات وراثيّة) من داخِل **المُحتوى الوراثيّ** (مجموع المعلومات الوراثيّة في الخليّة).
- نُنتِج مقطع الـ - DNA المطلوب
- يُكرّرون المَقطَع المَطلوب للحُصول على كميّة كبيرة.

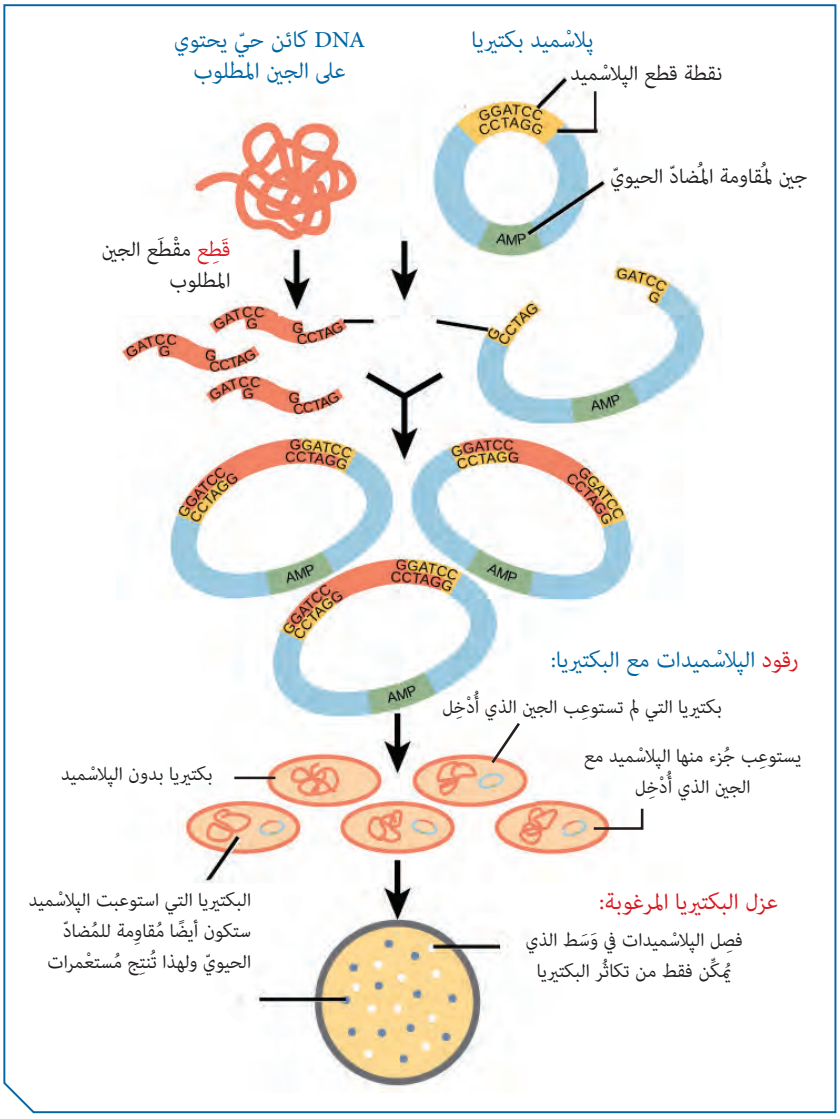
طريقة شائِعة لتِكرار مَقطَع DNA هي بواسِطة جهاز الـ -PCR المُبيَّن في الصُّورة. بواسطة الـ -PCR يُمكِن تِكرار مَقطَع الـ-DNA أكثر مِن مليار خِلال ساعَتين.

توسُّع: طُرُق نَقل مَقطَع DNA من كائن حيّ إلى كائِن حيّ آخر:

1. إدخال جينات بواسطة البلاسْميد

يُوجد مرّاتٍ عديدة، في خلايا البكتيريا، بالإضافة إلى الـ DNA- الأساسيّ، مَقطَع DNA صغير الذي يُسمّى بلاسْميد. تستطيع البلاسْميدات الإنتقال من بكتيريا إلى الأُخرى، من نَفس النّوع أو مِن نوع آخر. في الهَنْدسة الوراثيّة، يستعملون غالِبًا نَفْس مَقاطِع الـ DNA التي تُسمّى بلاسْميدات. يعرِض الرّسم التخطيطيّ التّالي عمليّة نقل المادّة الوراثيّة مِن كائن حيّ مُعيَّن إلى بكتيريا.





1. اشرحوا بِحَسَب الرّسم التخطيطيّ مراحِل نَقِل المعلومات الوراثيّة مِن كائِن مُعيّن إلى البكتيريا.
2. مع إدخال الجين المطلوب يتم إدخال جين لمُقاومة المُضادّ الحيويّ. تَمعَّنوا بالرّسم التخطيطيّ وسجّلوا ما هي أهميّة الطريقة.
3. التطوُّرات الأولى في التخطيطيّ الوراثيّة كانَت للبكتيريا التي أُدخِلَ إليها جينات مِن كائِنات مُختلِفة. أيّة صِفات طبيعيّة للبكتيريا تُمكِّن من استعمالِها لهذه الغاية؟

סרטון הפלסמיד באמצעי להנדסה גנטית, מכון דוידסון https://tinyurl.com/plasmid-handasa

2. نَقِل الجينات بين الكائنات الحيّة بواسِطة الڤيروسات

4. تعلّمتُم في فصل 3.1 كيف تُدخِل الڤيروسات مادّة وراثيّة للخلايا. كيف يُمكن استغلال هذه الصّفة لنَقِل الجينات المطلوبة لكائنات مُختلِفة؟

إنتاج الإينسولين

في حالات مُعيّنة لمرَض السُكّري يُمكن المُعالجة بواسطة إدخال هورمون الإينسولين.

شاهدوا الفيلم: ארון התרופות: מה גורם לסוכרת, מה ההבדל בין סוכרת סוג 1 וסוג 2 ואיך מטפלים בה? (5 דקות) https://tinyurl.com/sukeret-tipul

الإينسولين هو الزُّلال الأوّل، الذي نَجَح العلماء في معرفة مبناهُ المُفصّل. نَجَحَ الباحِث الإنجليزيّ سانچار عام1954- في تحديد ترتيب الحوامض الأمينيّة للأنسولين الذي تمّ فصلُهُ من خُلاصة البنكرياس، وحصل نتيجة لعملِهِ هذا على جائزة نوبيل عام 1858. عام1964- تمّ تركيب (إنتاج) الإنسولين عن طريق عُلماء صينيّون، وبهذا كان أيضًا الزُّلال الأوّل الذي تمّ تركيبُهُ في المُختبر.

ما هو مصدر هورمون الإينسولين، المطلوب لتنْظيم مُستوى السُكّر في دم مرضى السُكّريّ؟

في الماضي تمّ إنتاج الهورمون من أنسِجة الكائنات الحيّة، وخاصةً الخنازير. يُوجد لهذا المصدر العديد من السلبيّات: يتمّ الإنتاج الطّبيعي للهورمونات في الكائنات الحيّة بكميّات قليلة، بينما للعِلاج الطبّيّ هُنالِك حاجة لكميّات كبيرة. بالإضافة إلى ذلك، المادّة التي مصدرُها من الكائنات الحيّة من المُمكن أن تنقُل مُسبِّبات أمراض، وأيضًا من المُمكن أن يُسبّب لتفاعلات جهاز مناعة الإنسان ضدّها.

اليوم، يتمّ الإنتاج الصّناعي للإنسولين بطُرُق الهَندَسة الوراثيّة. فَصَل العُلماء الجين الإنساني لإنتاج الإنسولين. أُدخِلَت المعلومات لإنتاج الإنسولين (بواسطة بلاسميد) لِداخِل خليّة بكتيريا إشريكيّة قولونيّة، الذي بَدَأَ لإنتاج الزُّلال الإنسانيّ. تنْقسِم البكتيريا كُل 20 دقيقة، وخِلال زمن قصير نحصُل على مليارات البكتيريا التي تُنتِج زُلال مُفيد الذي يُساعِد في إنقاذ حياة المَرضى.

5. ما هي الطُّرُق التي يستطيع بها مريض السُكّريّ الحصول على الإنسولين؟
6. ما هي الطّريقة الأنجَح حسب رأيِكَ؟ اشرح.
7. استعينوا بالرّسم التخطيطيّ الذي يصِف إدخال الجينات إلى البكتيريا بواسِطة بلاسميدات، واشرحوا كيفَ يُنتِجون الإنسولين بالهَندَسة الوراثيّة.

للتوسُّع

אשחר, יונת (2016) חוקרים מארצות הברית הצליחו לגדל במעבדה תאים מייצרי אינסולין ולרפא באמצעותם עכברים חולי סוכרת, מכון דוידסון. https://tinyurl.com/yezur-insulin

6.3.1 مُعضِلة بيو-أخلاقيّة: أغذية مُهَنْدَسة وراثيًّا

1. افتتاحيّة

شاهدوا الفيلم ومقال الردّ:

סרט "אוכל למחשבה": מה מתבשל במעבדות המזון המהונדס? (ערוץ 10, 2014)
https://tinyurl.com/mabadot-mazon

أو: מזון מהונדס גנטית: הציבור צריך לדעת https://tinyurl.com/mazn-tsibur

وفي المقابل: ردّ שי פליישון (2014) מה באמת מתבשל בעולם ההנדסה הגנטית?
https://tinyurl.com/ma-mitbashel

2. تجْميع معلومات

لمُعضِلة الغذاء المُهَنْدَس وراثيًا جوانب عديدة. أمامكُم جدول الذي يحتوي على روابط لمقالاتٍ عديدةٍ التي تُعالِج 16 جانبًا مُختلفًا لهذه المُعضِلة.

أ. عَمَل بمجموعات

على كُل زوج أن يبحث في **جانبًا واحدًا** الذي يتعلّق بالغِذاء المُهَندس. ابحثوا عن معلومات من خلال المقال الذي يظهر في الرّابط المُلائم (أحيانًا تحتوي المقالات المُرفقة على جوانِب مُختلِفة، لكن يجب التركيز على الجانِب الذي اخترتموه من بينها).

انتبهوا **لِمصداقيّة المصادر**: هل المصدر موثوق؟ مَن نَشَرَهُ؟ متى؟ أيّة مصالح يُمكن أن تكون من وراء نشرِهِ؟ وغيرها. قبل تنفيذ المهمّة، حدّدوا مقياسًا تُدرِّجون بحسبِهِ مِصداقيّة مصدر المعلومات بين 1- 5.

المجال	روابِط لتوجُّهات مُختلِفة
الصِحّة	1. ויטמינים https://tinyurl.com/gmovitaminim 2. שיפור ערכים תזונתיים https://tinyurl.com/shipur-tzuna 3. חשש לאלרגנים https://tinyurl.com/hashash-alergan 4. חשש להחדרת גנים זרים לגוף https://tinyurl.com/genim-zarim
البيئة	5. סביבה מופחתת חומרי הדברה ומנגד https://tinyurl.com/hadbara-neged, https://tinyurl.com/hadbara-bead 6. עמידות לקוטלי עשבים; ומנגד https://tinyurl.com/amidut-neged, https://tinyurl.com/amidut-bead 7. פלישת מינים מהונדסים לטבע https://tinyurl.com/plisha 8. תקנות זרעים מהונדסים https://tinyurl.com/takanot-gmo

الاقتصاد	9. חברות הזרעים ומנגד https://tinyurl.com/zraim1, https://tinyurl.com/zraim2 10. מניעת רעב https://tinyurl.com/menia-raav 11. גידול מהיר https://tinyurl.com/gidul-mahir
شريعة دينيّة (للمعنيّين)	12. התערבות בטבע, התערבות 2 https://tinyurl.com/hitarvut1, https://tinyurl.com/hitarvut2 13. כלאיים, כלאיים מקוצר https://tinyurl.com/kilayim1, https://tinyurl.com/kilayim2 14. כשרות https://tinyurl.com/kashrutgmo
تفتيش	15. בעד ונגד צמחים מהונדסים; ועוד https://tinyurl.com/mehundas , https://tinyurl.com/mehundas1 16. הפיקוח על הנדסה גנטית בישראל https://tinyurl.com/genknesset 17. סימון מזון מהונדס, סימון 2 https://tinyurl.com/simun1, https://tinyurl.com/simun2

أفلام ومقالات للتوسُّع

- **فيلم:** ידידיה גפני מזון מהונדס גנטית https://tinyurl.com/gafnigmo
- **وفي المقابل:** גרינפיס – מזון מהונדס גנטית https://tinyurl.com/negedgmo
- **فيلم:** שי פליישון (2014) תכל'ס מהי הנדסה גנטית בצמחים? https://tinyurl.com/gmoshay
- פייסבוק – הנדסה גנטית, כל מה שרצית לדעת https://tinyurl.com/gmokol
- פרידמן (2013) האם מזונות שעברו הנדסה גנטית הם דבר רע? סיינטיפיק אמריקן ישראל https://tinyurl.com/gmo-ra
- מרים טננבאום (2018) יוצר, יצור ויצירה: הרהורים על הנדסה גנטית https://tinyurl.com/gmokol

1. ابنوا جدولاً مُشتركًا يحتوي على الجدول التالي. يكتُب كُل زوج من الطُلّاب في الجدول إدّعاء مع وإدّعاء ضدّ الغذاء المُهندس وراثيًا، ويُعطي لكُل ادّعاء تعليلاً علميًا وتعليلاً أخلاقيًا (أنظروا الجدول).

تفسير أخلاقيّ مِن المُمكِن أن يعتمِد مثلاً على قِيَم مِثل الحقيقة، الصِّدق، العَدِل، الحقوق/ الواجِبات، والمسؤوليّة. يُمكن الأخذ بعين الاعتبار مثلاً كيف يُمكن تقليل الاضرار، أو التطرّق للحِفاظ على القانون وهكذا.

تفسير علميّ يعْتمِد على معرِفة علميّة مثل عمليّات في جسم الانسان، الكائنات الحيّة الدّقيقة، عِلم البيئة، الخلايا، الوراثة، الموادّ وهكذا.

التوجّه	التّعليل	إدّعاءات ضِدّ	إدّعاءات ضِدّ	مِصْداقيّة مَصدر المعلومات
1	علميّ			
	أخلاقيّ			
2	علميّ			
	أخلاقيّ			
3	علميّ			
	أخلاقيّ			
وأيضًا	علميّ			
	أخلاقيّ			

ب. عمل شخصيّ

اشتراك في مجموعات نِقاش عَبر الشبكة العنكبوتيّة (مثل مودِل، مجموعات چوچل، شبكة اجتماعيّة مُغلقة وهكذا):

2. ناقِشوا الإدِّعاءات التي طُرحَت في الملفّ المُشتَرَك. على كُل طالِب الردّ ما أقلّه لتوجُّه واحِد بتفسير علميّ، ولتوجُّه آخر بتفسير أخلاقيّ (ما مجموعه تعليقَين على الأقل).

ج. اتّخاذ موقِف شخصي

أ. بالاعتماد على المعلومات التي جمعتُموها في الملفّ المُشترك حدّدوا (كُل طالب بِشكل شخصيّ) موقِفًا:

1) مُؤيِّد جدًا، 2) مُؤيِّد إلى حدٍّ كبير، 3) مُعارِض إلى حدٍّ كبير، 4) مُعارِض جدًا.

ب. يجب أن يتقسّم طُلاب الصّفّ إلى مجموعات بحسب مواقِفهُم 1 – 4.

ج. على كُل مجموعة إنتاج إعلان لكي تُقنِع بموقِفها بالنسبة للغذاء المُهنْدَس وراثيًا.

د. نِقاش صفّي تلخيصيّ

حاولوا أن تَقترِحوا كيف يُمكن استغلال أفضليّات الغِذاء المُهندَس وراثيًا من خلال تجنُّب الأضرار.

من المُحبّذ في نقاشِكُم التطرُّق إلى الأسئلة التّالية:

- ما هي الأفضليّات الحاليّة والمُستقبليّة للهندَسة الوراثيّة؟
- ما هي مخاطِر هذه التقنيّة؟ ما هي الأضرار التي حصلت فعليًا وما هي الأضرار المُمكنة والتي تُثير المَخاوِف؟
- هل المُعارَضة هي **للطريقة نفسُها** أو **لطُرُق التطْبيق** التي من المُمكن أن تُؤدّي إلى أضرار؟

- أي الأطراف المُهتمّة (الأطراف المعنية) يعملون على هذه المُشكِلة؟ مَن يُمكن أن يَرْبَح ومَن يُمكن أن يخْسر؟
- بأيّة طريقة يُمكن استغلال هذه التقنيّة للأسوأ؟ هل يُمكن مَنع هذا؟
- ما الذي ما زِلنا لا نعرفَهُ في هذه المُشكِلة؟
- ما هي البدائِل؟ هل يُمكن الحصول على الأفضليّات المُتوقَّعَة من الهندَسَة الوراثيّة بِطُرُق أخرى؟

للتلخيص

- تمعّنوا في قائمة الأسئلة التي جُمِّعَت في بِداية الموضوع.
- لخِّصوا: عن أيّ أسئلة تستطيعون الغجابة الآن.
- اختاروا بأزواج سؤالاً من قائمة الأسئلة التي لم تُجيبوا عنها، وحاوِلوا البحث في الشّبكة العنكبوتيّة عن معلومات التي من المُمكن أن تُساعِدكُم في الإجابة عن السُّؤال. شاركوا الصّفّ في إجابتِكُم.

6.4 الكائنات الحيّة الدّقيقة والبيئة

سنعرِض في هذا الفصل تقنيّات التي تعتمِد على الكائنات الحيّة الدّقيقة من أجل جودة البيئة. سنتركّز في مُشكلة النّفايات. بحسب مُعطيات الوزارة لحِماية البيئة فإنّ العائلة في إسرائيل تُنتِج 1.7 كغم نفايات يوميًا، وَ 612 كغم نفايات سنويًا.

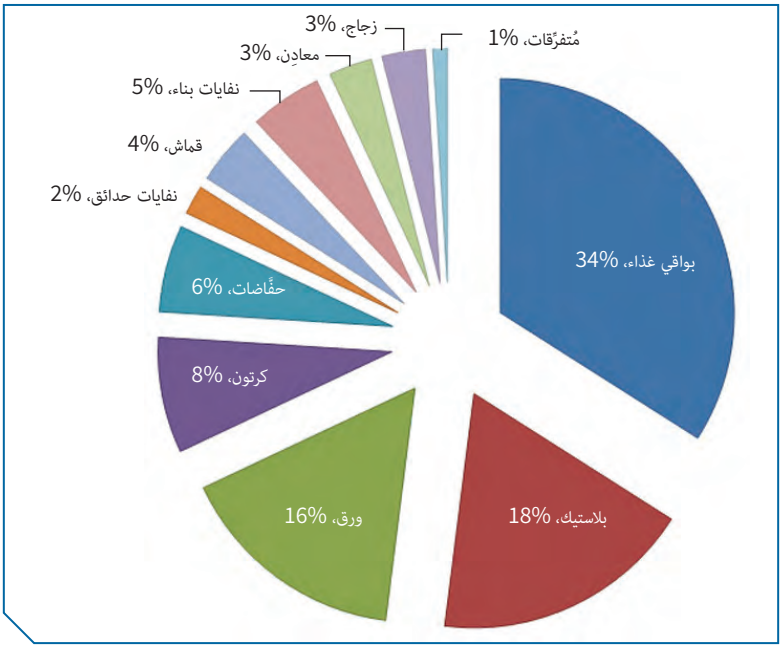
فيما يلي رسم تخطيطي الذي يعرِض المُدّة الزمنيّة المطلوبة لتحليل مُكوِّنات النّفايات المُختلِفة[36]

1. تَجْمَع حافِلة النّفايات القُمامة البيتيّة وتنقُلُها إلى المَدْفَنة. بِحَسب المُعطيات التي في الرسم التخطيطيّ، اشرحوا ما الذي يحدُث للمُكوّنات المُختلِفة في النّفايات (قشور الموز، الجرائِد، أكياس النايلون، عِلَب المُعلّبات، قناني بلاستيك وزُجاج) بعد شَهْر، سَنة وألف سَنة؟ ما الذي تعنيه هذه المُعطيات؟
2. ما الذي يُؤدّي، بِحَسب رأيِكُم، للفرق في وتيرة التّحليل بين أنواع النّفايات المُختلِفة؟
3. كيف تَستطيع، الكائنات الحيّة الدّقيقة تحليل النّفايات، بِحَسب ما تعلّمتُم عنها؟
4. شاهدوا الفيلم مسعة של שקית אשפה (7:37 דק'). ما هي طُرُق مُعالجة النّفايات؟ كيف يُمكن التعامُل مع مشكلة النّفايات؟ (https://tinyurl.com/zevel-massa)

36 مصادر المُعطيات: U.S. National Park Service; Mote Marine Lab, Sarasota, FL (decomposition times); National Oceanic and Atmospheric Administration Marine Debris Program

تركيبة النِّفايات في إسرائيل، (% من الوزن الكُلّيّ)

بالاعتماد على استطلاع تركيبة النِّفايات القُطريّة للسنوات 2012-2013



5. ماذا يُمكن أن نتعلّم من هذه المُعطيات عن طُرُق تقليل كميّة النّفايات؟ ما هي المعلومات الإضافيّة التي نحتاجُها؟
6. اعتمدوا على جميع المُعطيات التي عُرِضت، واشرحوا لماذا من المُجَدّ الاستثمار في تقنيّات لمُعالجة النّفايات الرّطِبة.

أعدّوا استطلاعًا صفيًّا بموضوع إعادة التدوير وجمع النِّفايات[37] (نعم/لا)

1. هل تُحافظون على نقِل القناني البلاستيكيّة إلى إعادة التدوير؟
2. هل تُحافظون على نقِل الورق والكرتون إلى إعادة التدوير؟
3. هل تُرجِعون القناني البلاستيكيّة الصّغيرة، القناني الزُّجاجيّة وعبوات المشروبات التي يوجد مُقابلها وديعة إلى الحانوت؟
4. هل أنتم مُعتادون على نقِل البطّاريّات إلى إعادة التدوير؟
5. هل أنتم مُعتادون على نقِل الأجهزة الكهربائيّة والإلكترونيكا إلى إعادة التدوير؟
6. هل تُرجِعون الأدوية إلى الصيدليّة أو إلى صندوق المرضى؟

لخِّصوا نتائِج الاستطلاع. ما الذي يُمكنُكم القيام به كصفّ للتقليل من أضرار النِّفايات؟؟

6.4.1 إعادة تدوير الموادّ في الطبيعة

كميّة الموادّ في عالمِنا ثابتة لا يُوجد مصدر خارجي الذي تحصُل منه الكرة الأرضيّة على موادّ. تمُرّ الموادّ بتغييرات، عادةً تغييرات كيميائيّة و/أو تغييرات في الحالة التراكُميّة للمادّة.

تنتقِل الموادّ بصورة دوريّة: من الغِلاف الجوّي إلى الكائنات الحيّة، للتُربة وللماء ومنها تعود إلى الغِلاف الجوّي.

تُوجد للكائنات الحيّة الدّقيقة أهميّة كبيرة في إعادة تدوير الموادّ في الطبيعة. بدون عمليّة التَّحليل التي تُنفّذُها الكائنات الحيّة الدّقيقة لكانت تجمّعت على سطح الكُرة الأرضيّة كائنات ميّتة، ولن يتمّ استغلال الموادّ التي تُكوِّن جِسمها لإعادة استخدامِها من جديد.

37 بالإعتماد على إستطلاع المكتب المركزيّ للإحصاء 2016، جالي ميجدون، مكتب المستشارة العلميّة، وزارة حماية البيئة

هُنالِك عدد هائل من الكائنات الحيّة الدّقيقة، التي تستهلِك موادّ من أنواع مُختلِفة، وتُحلّلها إلى موادّ، التي تستهلكُها كائنات حيّة دقيقة أُخرى. بهذه الطريقة، تتحلّل الموادّ في سلسلة عمليّات، بحيث تشترك في كُل مرحلة كائنات أُخرى. يتمّ تنفيذ جُزء من عمليّات التحليل بواسطة كائنات حيّة دقيقة في وسط هوائيّ الذي يحتوي على الأكسجين، وجُزء آخر في شروط لا-هوائيّة.

سنُمثِّل دورة الموادّ في الطبيعة بواسطة دورة النيتروجين.

1. مُحاكاة لدورة النيتروجين[38]

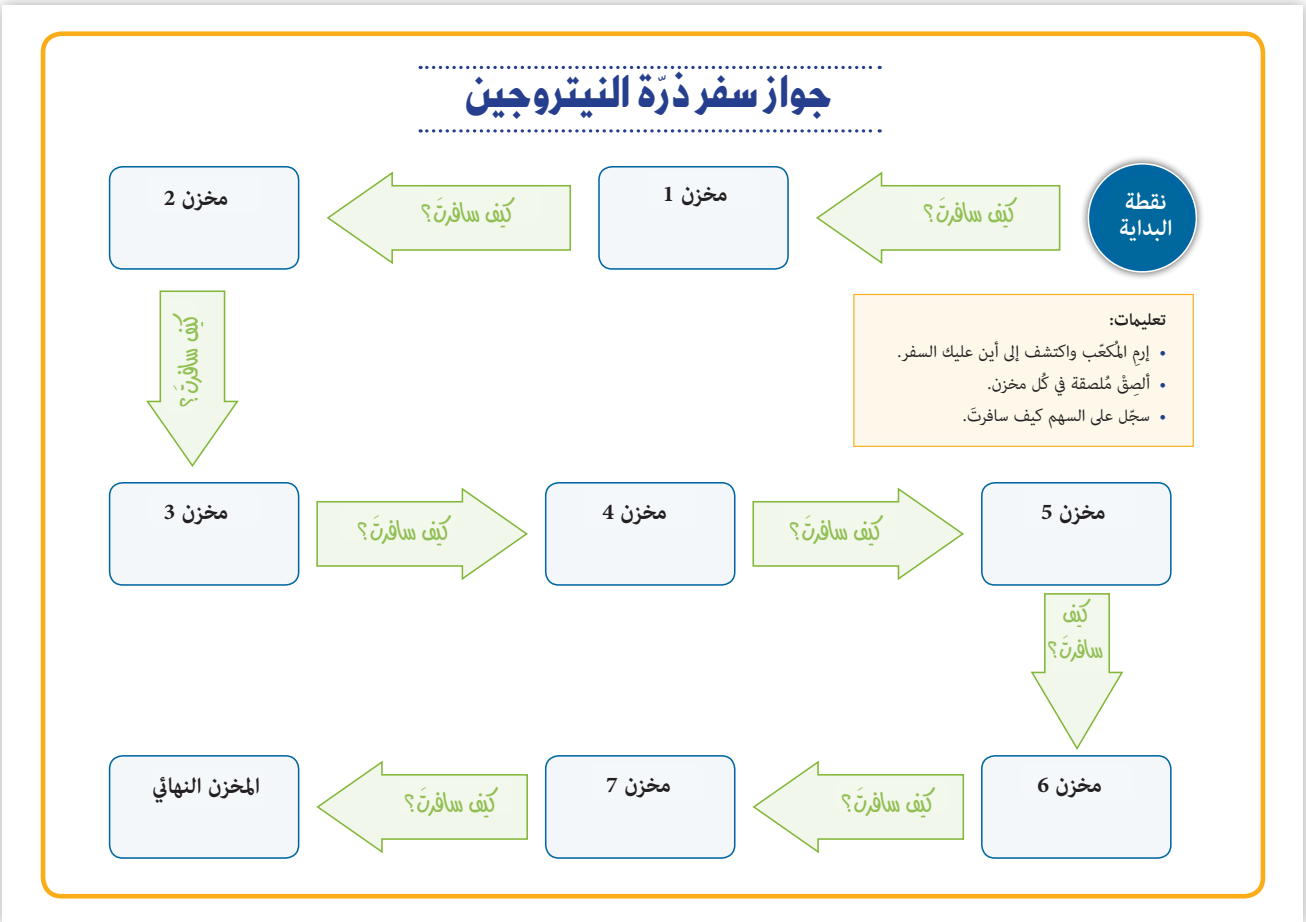
يُوجد على سطح الصّفّ 10 محطّات المُسمّاة "مخازِن النيتروجين": غِلاف جويّ، مطر، مياه سطحيّة، مياه جوفيّة، أسمدة، نباتات، تُربة، مُحيط، حيوانات، إفرازات الحيوانات، حيوانات ونباتات ميّتة.

في كُل محطّة يُوجد ورقة محطّة ("أوراق مخازِن"، التي تظهر أدناه)، مُكعّب، وورق لاصِق دائريّ بلون مُلائم، مع اسم المخزن.

يلعب كُل طالب دَور ذرّة نيتروجين، وعليه الانتقال بين المخازِن.

عندما يصِل طالب إلى المَخزن عليه إلصاق مُلصقة مُلائمة في جواز السّفر خاصّتهُ وأن يكتُب بأي طريقة نفّذ المسار (على سبيل المثال: غَسَلني التيّار، امتصّتني جذور النبتة).

في كُل مخزن عليه رمي مُكعّب، وبالتلاؤم مع النتيجة التقدُّم إلى المخزن التّالي.



38 بالإعتماد على لُعبة التي تمّ تطويرها:
Lisa Gardiner of the UCAR Center for Science Education for NESTA https://scied.ucar.edu/activity/nitrogen-cycle-game

الغِلاف الجوّيّ

آذى البرق لتحويل غاز النيتروجين مُرَكَّب ات التي وصلت إلى **التُّربة**.

يتم استيعاب غاز النيتروجين في الطحالب ويتحوّل إلى مُرَكَّب الذي ينتقل إلى **التُّربة**.

يتمّ استيعابُك في البكتيريا في جذور الفاصولياء. أنتجوا مُرَكَّب الذي تمّ استيعابُهُ في النباتات، ووصل إلى **التُّربة**.

تمّ استيعابُك في الغيوم ووصلتَ إلى **الأمطار**.

المياه السطحيّة

تمّ استيعابُك في **النبات**.

تدفّقتَ عبرَ النّهر إلى **المُحيط**.

تغلغلتَ إلى العُمق ووصلتَ إلى المياه **الجوفيّة**.

الأمطار

وَصلتَ إلى البُحيرة أو الجدول - مياه سطحيّة.

تدفّقتَ إلى **المُحيط**.

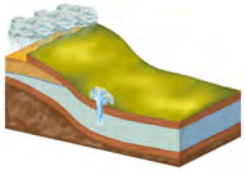
تغلغلتَ إلى العُمق ووصلتَ إلى **المياه الجوفيّة**.

تمّ استيعابُك في التربة.

المياه الجوفيّة

ارتفعتَ إلى البُحيرة أو الجدول - مياه سطحيّة.

تدفّقتَ نحوَ **المُحيط**.



الأسمِدة

تحلّلتَ، ذُبتَ وغُسِلتَ في تيّار **المياه السطحيّة**.

تحوّلتَ لجزء من **التُّربة**.

تمّ استيعابُك في **النباتات**.

التُّربة

استوعَبَتك **النبات**.

ذُبتَ وغُسِلتَ **للمياه السطحيّة**.

ذُبتَ وغُسِلتَ **للمياه السطحيّة**.

حلّلتك البكتيريا لغاز النيتروجين ووصلتَ إلى **الغلاف الجوّيّ**.

المُحيط

استوعَبَك **النبات**.

ذُبتَ وغُسِلتَ **للمياه الجوفيّة**.

حلّلتك البكتيريا لغاز النيتروجين ووصلتَ إلى **الغلاف الجوّيّ**.

النباتات

تحلّلتَ، ذُبتَ وغُسِلتَ في تيّار **المياه السطحيّة**.

تحوّلتَ لجزء من **التُّربة**.

تمّ استيعابُك في **النباتات**.

كائنات حيّة - حيّة

الكائن الذي سكنتَ به مات. انتقل **لكائنات حيّة ونباتات ميّتة**.

انتقلتَ لإفرازات الكائن. انتقل **لإفرازات الكائنات الحيّة**.

إفرازات الكائنات الحيّة

تحلّلتَ في **التُّربة**.

جَمَعتك شركة الأسمدة، التي أنتجت مِنك **سمادًا**.

ذُبتَ ووصلتَ إلى **المياه السطحيّة**.

كائنات حيّة ونباتات ميّتة

تحلّلتَ في **التُّربة**.

الغابة التي احترقتَ بها، وانطلقت إلى **الغلاف الجوّيّ**.

تحلّلتَ وذُبتَ في الماء، وتدفّقت إلى **المُحيط**.

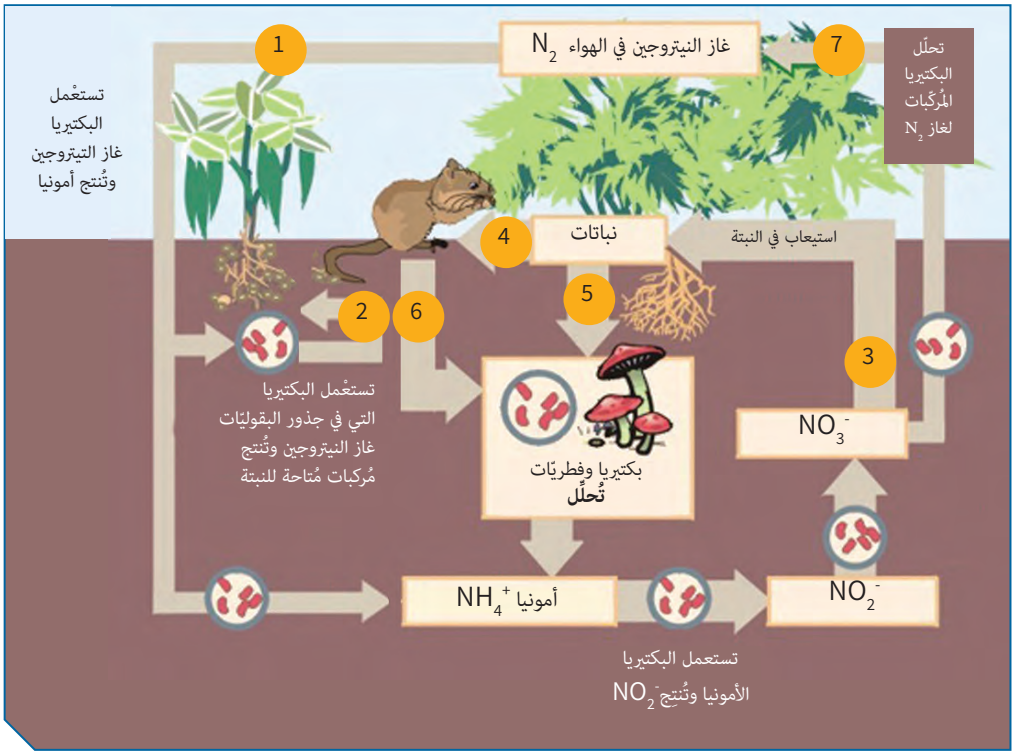
تحلّلتَ وذُبتَ في الماء، وتدفّقت إلى **المياه السطحيّة**.

أوراق المخازن

- الغلاف الجوّيّ
- المياه السطحيّة ← الأمطار
- المياه الجوفيّة ← الأسمِدة
- التُّربة ← المُحيط
- النباتات ← كائنات حيّة - حيّة
- إفرازات الكائنات الحيّة
- كائنات حيّة ونباتات ميّتة

2. عمليّات في دورة النيتروجين

الزُلاليّات هي المُكوِّن الحيويّ لكُل خليّة حيّة. إحدى الذرّات التي تُكوّن جُزيء الزُّلال هي النيتروجين الذي رمزُهُ الكيميائي هو N. كُل كائِن الذي يموت، وأيضًا إفرازات الكائنات الحيّة، تحتوي على زُلاليّات. مع هذا، لا تستطيع النباتات استغلال النيتروجين عندما يكون جزءًا من الزُّلال، ولا النيتروجين الموجود في الهواء. يتمّ إجراء جُزء كبير من عمليّة التَّحْليل بواسطة الكائنات الحيّة الدّقيقة. بدونها لن تستطيع النباتات إستعمال الموادّ من جديد حتّى تنمو، وبدون النباتات لن يكون هُنالِك غذاء للكائنات الحيّة. بكتيريا من نوع مُعيّن، التي تُسمّى رابطة النيتروجين، والموجودة في التُربة، تستطيع إستغلال غاز النيتروجين N_2، الذي يُشكِّل ما يُقارِب - 80% من الهواء، وأن تُحوِّلَهُ إلى موادّ مُتاحة التي يتمّ استيعابُها بواسطة النباتات.



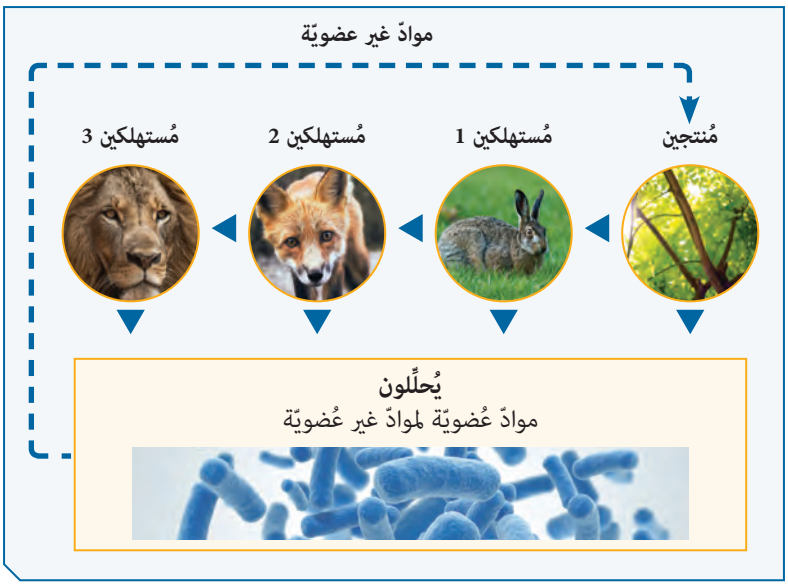
1. سجّلوا في الجدول العمليات الأساسيّة في دورة النيتروجين، بحسب الموصوف في الرسم التخطيطيّ.

رقم	وَصْف العمليّة	الكائنات الحيّة المُنفِّذة	مُتفاعلات	نواتج
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

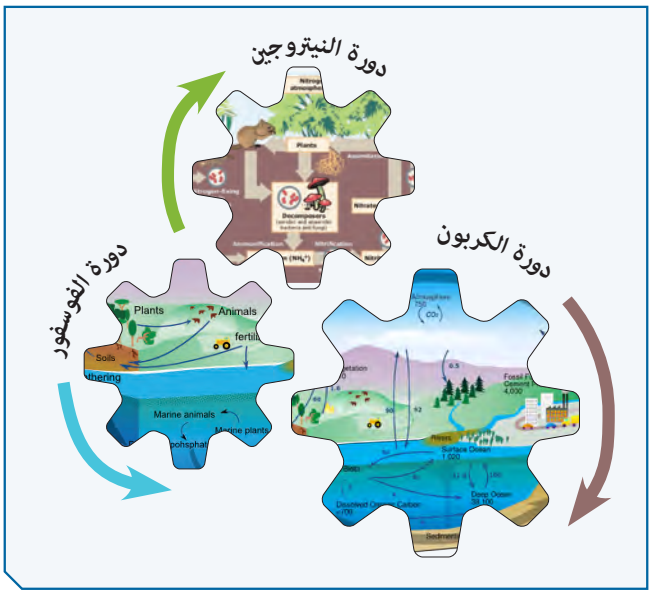
2. صِفوا رحلَتَكُم، بحسب ما سجّلتُم في "جواز السّفر" بواسطة المُصطلحات التي تعلّمتُموها في الرّسم التخطيطي لدورة النيتروجين.

للتوسُّع: دورة الموادّ في الطبيعة

تُنتِج النباتات من ثاني أكسيد الكربون ماء ومعادِن، تنوُّع كبير من الموادّ العُضويّة مِثل الكربوهيدرات (سُكّريّات)، زُلاليّات، دُهنيّات و - DNA. تستعمل النباتات هذه الموادّ، والتي تأكُلُها أيضًا الكائنات الحيّة النباتيّة (مُستهلِكات أوّليّة). تستعمِل المُستهلِكات الأوّليّة الموادّ، لكنّها تُؤكَل أيضًا بواسطة المُفترسات (مُستهلِكات ثانويّة)، التي تستعْمِل الموادّ وتُؤكَل أيضًا بواسطة مُفترسات (مُستهلِكات ثالثيّة). في سلسلة الغِذاء هذه، تتحلّل كُل إفرازات الكائنات الحيّة وأيضًا الكائنات الميّتة بواسطة كائنات حيّة دقيقة (مُحلِّلة) لموادّ أبسط – غير عُضوية .



على غِرار دورة النيتروجين تحدُث دورات لجميع العناصر: دورة الكربون، دورة الكبريت، دورة الأكسجين، دورة الفوسفور وهكذا.



أسئلة للنقاش الصفّيّ

- لماذا يختلف المسار من طالب إلى آخر؟
- هل تُوجد نهاية لمسار ذرَّة النيتروجين؟

- هل يُمكن أن "تتعطّل" مادّة في المسار؟
- ما هي وظيفة الكائنات الحيّة الدّقيقة في إعادة التدوير؟
- ماذا يُمكِنكُم القول عن مُشكلة النِّفايات بالتلاؤم مع المعلومات عن دورة الموادّ؟
- ماذا يحدُث عندما نُشعِل الكثير من الأشجار أو الوقود (التي هي نواتِج نباتات وكائنات حيّة التي ماتت قبل سنواتٍ عديدة)؟
- يُنتَج البلاستيك من النفط الخامّ. بحسب المعلومات التي قرأتها عن مُدّة تحليل البلاستيك، كيف يُؤثِّر إنتاجُهُ على دورة الموادّ في الطبيعة؟
- ماذا ستكون مُساهمة إعادة تدوير النِّفايات العُضويّة لدورات الموادّ في الكرة الأرضيّة؟

6.4.2 إعادة تدوير النِّفايات العُضويّة

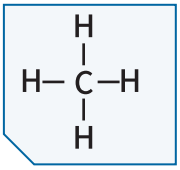
شاهدوا الفيديو: מהפכת המיחזור ברשויות המקומיות, המשרד להגנת הסביבה 2014
https://tinyurl.com/michzoor

الغاز الحيويّ – تحويل النِّفايات إلى كنز

أمامكُم رسم تخطيطي من وزارة حماية البيئة، للإرشاد في كيفيّة فَصل النِّفايات الرَّطِبة:

1. ما الذي يُميّز مُكوّنات النِّفايات الرطِبة؟
2. شاهدوا الرّسم التخطيطيّ لإعادة تدوير الموادّ في الطبيعة واشرحوا ما هو مكان المُكوّنات المُختلفة التي ذكرتُموها في شبكة الغذاء.
3. بحسب نفس الرسم التخطيطيّ، كيف يُمكن إعادة تدويرها؟

إحدى الطُّرُق لاستغلال النِّفايات العُضويّة هي إنتاج الغاز الحيويّ.
الغاز الحيويّ هو خليط غازات الذي يشمل بالأساس الغازات ميثان وثاني أكسيد الكربون.
الميثان هو المادّة العُضويّة الأبسَط. ينتُج هذا الغاز بشكل طبيعيّ في جهاز هَضم الكائنات الحيّة، في البيض، وأيضًا في مدافِن النِّفايات.
هُنالِك بكتيريا لا-هوائيّة، التي تعيش بدون أكسجين، التي تستطيع تحليل نفايات عُضويّة من أنواعٍ مُختلِفة إلة غاز الميثان.



إذا أخذنا نفايات عُضويّة، على سبيل المثال زِبل البقر أو بقايا الطّعام، ونُدخِلُها إلى وعاء مُغلَق، الذي يحتوي أيضًا على بكتيريا مُنتِجة للميثان وموجود في شروط مُلائِمة، نستطيع إنتاج الغاز.
في الصورة التالية يُمكن رؤية جهاز مُختبري بسيط لإنتاج الميثان.

يتمّ إدخال قناني التي تحتوي على موادّ عُضويّة وبكتيريا مُنتِجة للميثان، إلى داخل وعاء ماء الذي يُمكن فيه الحفاظ على درجة حرارة ثابتة.

يمُرّ الغاز النّاتِج بالأنابيب إلى داخل قناني التجْميع.

4. ما هي الشروط المطلوبة من البكتيريا لإنتاج ناجِع للميثان؟

5. لماذا يجب الاهتمام بإغلاق الجهاز؟

نواتج العمليّة هم الغاز الطبيعيّ – الذي يشمل بالأساس غاز الميثان (CH_4) وثاني أكسيد الكربون (CO_2). يُمكن استعمال الميثان كمصدر للطّاقة بالأساس لإنتاج الكهرباء والحرارة.
بالإضافة إلى هذا، في نهاية العمليّة التي ينتُج فيها الميثان تبقى في الأجهزة بقايا المُسمّاة حمأة. يُمكن إنتاج السّماد الطبيعيّ من الحمأة، المُستعْمل للتسميد العُضويّ لمُنتجات الزينة أو الزراعة. من الزّبل العُضويّ، بالاختلاف عن السماد الكيميائي، تنتُج بشكل بطيء وبالتدريج مواد لتغذية التربة. بالإضافة لهذا فهو يزيد نسبة الماء وتركيز الأكسجين في التربة.

يُمكن فحص جودة الغاز الطبيعيّ بواسطة إشعالِه. كُلّما كانت نسبة الميثان في الغاز الطبيعيّ أكبر (وثاني أكسيد الكربون أقل) تكون اللّهبة زرقاء أكثر، والطّاقة التي يُمكن إنتاجُها منه تكون أكبر.

6. ما هي أفضليّات إنتاج الغاز الحيويّ من النّفايات العُضويّة؟

من نموذج المختبر للاستخدام المنزليّ

يعرِض الفيلم التالي إستغلال النّفايات البيتيّة لإنتاج غاز لإستعمال بيتيّ:

סטארט-אפ מהזבל: היזמים מישראל שמייצרים גז מאשפה ביתית כאן 11, 19.10.17
https://tinyurl.com/biogas-ashpa

7. بماذا يتشابه وبماذا يختلِف الجهاز البيتيّ عن الجهاز التجريبيّ في المُختبر؟

يُمكِنُكم أيضًا مُشاهدة בפרסומת למתקן ביוגז ביתי https://tinyurl.com/biogas-bayit

أجهزة غاز حيويّ إقليميّة

أُقيمت في إسرائيل عدّة أجهزة غاز حيويّ إقليميّة. يُبنى الجِهاز من وعاء كبير الذي يحدُث به التخمُّر – تحليل المادّة العُضويّة في شروط لا هوائيّة (بدون أكسجين). يُوجد في سطح الوعاء سَقف لتجْميع الغاز الحيويّ.

8. أمامكُم رسم تخطيطيّ الذي يَصِفُ إنتاج الكهرباء والسَّماد من النِّفايات العُضويّة. صِفوا عمليّة الإنتاج.

"تعْمل اليوم في إسرائيل عِدّة أجهزة في نِطاقات مُختلِفة، لإنتاج الكهرباء من الغاز الحيويّ في تكنولوجيا التحليل اللاهوائي، وأيضًا بواسطة تجميع الغاز الحيويّ الذي ينطلق بشكل طبيعي من مدافن النِّفايات. بالإضافة لذلك، يتم في هذه الأيام تقديم مُناقصة لإقامة جهاز لتصنيف وفصل النِّفايات المحليّة في منطقة الشافدان (مياه الصَّرف الصِّحيّ لمنطقة دان)، الذي يَشْمل جهاز لإنتاج الكهرباء من الغاز الحيويّ بقوة 8 – 12 ميجا واط. تُوجد أفضليّة للكهرباء المُنتَج بواسطة أجهزة الغاز الحيويّ بأنّه مُتواصِل وليس مُتقلِّب مثل الكهرباء الناتج من مصادر الهواء والشمس". (من موقع وزارة الطّاقة).

9. اشرحوا أفضليّة إنتاج الكهرباء بواسطة أجهزة الغاز الحيويّ المذكورة في النّصّ.

نِقاش صفّي:

هل يُمكن أن يكون الغاز الحيويّ حلاً للنِّفايات العُضويّة في دولة إسرائيل؟

يُوجد لنظام الغاز الحيويّ إمكانية لتطوير حلّ لِعدَّة مشاكل: النِّفايات، الطّاقة، وتلوُّث الهواء.

- كيف من المُمكن أن يُساعِد النّظام في إعطاء حلول لكُل واحدة من هذه المشاكل؟
- بالرغم من الأفضليّات، لم يقتنِع جميع صُنّاع القرارات أنّه يجب تحْسين إنتاج الغاز الحيويّ بشكل واسِع في إسرائيل. ماذا يُمكن أن تكون الأسباب للمُعارضة؟
- كيف يجب، حسب رأيِكُم، فحص نجاعَة الطريقة؟
- ما هي الجوانب الاقتصاديّة التي يجب فحصُها؟
- ما هي العوامل التي تُؤدّي، بحسب رأيِكُم، إلى تعاون من جِهة السُكّان في إسرائيل؟

10. بالتلاؤم مع المبادئ التي تعلّمناها، كيف تستطيعون، أنتُم كصفّ، تَحْسين جودة البيئة؟

تلخيص الفصل

- تُوجد للكائنات الحيّة الدّقيقة أهميّة في صناعة الغِذاء: منتوجات الخُبز، منتوجات الحليب، المشروبات الروحيّة، تَخْليل الخُضار.
- تعتمد صناعات الأغذية على الفكرة العلميّة أنّ الكائنات الحيّة الدّقيقة من الممكن أن تعمل بطريقة مُثلى في مجال شروط مُعيّن. من الممكن أن يُؤدّي تغيير الشروط من ناحية لتكاثُرِها ومن ناحية أخرى إلى موتِها.
- بالإضافة لأهميّتها في صناعة الغذاء، تُوجد للكائنات الحيّة الدّقيقة استعمالات أيضًا في الطّبّ، الزّراعة، والحِفاظ على جودة البيئة.
- تُوجد لتطبيقات الهندسة الوراثيّة تأثيرات اجتماعيّة، أخلاقيّة، قانونيّة واقتصاديّة.

أفلام ومقالات للتوسُّع

- מתקן ביוגז ברמת הגולן, 2011, ערוץ 2 https://tinyurl.com/biogas-mitkan
- מהפכת המיחזור ברשויות המקומיות, המשרד להגנת הסביבה https://tinyurl.com/michzoor2
- עיריית רעננה- הפרדת פסולת, ואשפה רטובה 2012 https://tinyurl.com/psolet
- הפרדת פסולת אורגנית בעמק חפר ופתרון הקצה, מועצה אזורית עמק חפר https://tinyurl.com/psolet-kaze
- הראלה סטוצקי־באר, נותנים גז https://tinyurl.com/notnim-gas
- היקף הפרדת פסולת אורגנית בישראל (2011) https://tinyurl.com/hekef-hafrada
- כהן, א. (2010) הפקת אנרגיה ומוצרים ידידותיים מפסולת – מידע ליזמים https://tinyurl.com/meyda-yazamim

تلخيص الوحدة التعليميّة

تعلّمنا في هذه الوِحدة المبادئ التّالية. أكتبوا مثالاً لكُلّ واحدٍ منها:

- ✔ تشمَل الكائنات الحيّة الدّقيقة كائِنات مَجْهريّة من مجموعات مُختلِفة.
- ✔ الكائنات الحيّة الدّقيقة ضروريّة لحدوث عمليّات عديدة في الطبيعة.
- ✔ كائنات حيّة دقيقة مُختلِفة التي تشترِك في عمليّات في الجِسم ضروريّة لعملِهِ الصّحيح.
- ✔ توجد بين الكائنات الحيّة الدّقيقة مجموعة صغيرة التي تُسبِّب الأمراض.
- ✔ لا ينجُم كُل مرض عن الكائنات الحيّة الدّقيقة.
- ✔ هُنالِك طُرُق لمنع الأمراض، وفي المُقابل توجد طُرُق لمُعالجة الأمراض التي تنجُم عن البكتيريا والڤيروسات.
- ✔ تُستَعْمل الكائنات الحيّة الدّقيقة في التكنولوجيا الحيويّة في صناعة الغذاء، صناعة الأدوية، في الزّراعة وفي الحفاظ على جودة البيئة.

מקורות האיורים והתמונות בספר

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
כריכה (מימין לשמאל ומלמעלה למטה)			
רקע	סטרפטוקוקוס פנאמוניה	ktsdesign/ shutterstock.com	shutterstock.com
קדמית	ענבים וכלי מעבדה	FotisR/ shutterstock.com	shutterstock.com
קדמית	צלחת פטרי	Jarun Ontakrai / shutterstock.com	shutterstock.com
קדמית	חיידקי סטרפטוקוקוס מותקפים	National Institutes of Health (NIH)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Streptococcus_pyogenese_Bacteria.jpg
קדמית	DNA	Yang Nan/ shutterstock.com	shutterstock.com
קדמית	התרבות טפילי לישמניה	CDC/Dr. L.L. Moore, Jr.	https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Leishmania_donovani_01.png
קדמית	גבינה	Andrey Starostin/ shutterstock.com	shutterstock.com
קדמית	עובש על לחם	CDC/Dr. Lucille K. Georg [Public domain]	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mature_sporangium_of_a_Mucor_sp._fungus.jpg
קדמית	כדורים	Roman Samokhin/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	ארנב	Shirui Cheng	Photo by Shirui Cheng on Unsplash
אחורית	נבטים	andriano.cz/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	עץ קקאו	Aedka Studio / shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	סוכרת	ratmaner/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	פטריית עובש פניציליום	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	אשכול ענבים עם שמרים	Bukhta Ihor/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	נגיפים	dreamerb/ shutterstock.com	shutterstock.com
אחורית	מזרק ובקבוק	Billion Photos/ shutterstock.com	shutterstock.com
הקדמה			
1	ארנב	Shirui Cheng	Photo by Shirui Cheng on Unsplash
1	נבטים	andriano.cz/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	עץ קקאו	Aedka Studio/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	סוכרת	ratmaner/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	פטריית עובש פניציליום	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	אשכול ענבים עם שמרים	Bukhta Ihor/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	נגיפים	dreamerb/ shutterstock.com	shutterstock.com
1	מזרק ובקבוק	Billion Photos/ shutterstock.com	shutterstock.com
9	איור מיקרואורגניזמים	Verock/ shutterstock.com	shutterstock.com
10	כוס אימון	Rob Hainer/ shutterstock.com	shutterstock.com
11	איור פח אשפה	naulicrea/ shutterstock.com	shutterstock.com

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
11	עמוד חשמל	aaabbbccc/ shutterstock.com	shutterstock.com
	גבינה	Andrey Starostin/ shutterstock.com	shutterstock.com
	כדורים	Roman Samokhin/ shutterstock.com	shutterstock.com
13	מכתב מקורי של ואן לוונהוק	Photograph by Mike Peel (www.mikepeel.net)	Photographed at the Royal Society, London, with the kind permission of the Royal Society Library, as part of WikiProject Royal Society. Permission: PD-old, CC-0
14	גדלי יצורים חיים (מעובד)	Guillaume Paumier, Philip Ronan, NIH, Artur Jan Fijałkowski, Jerome Walker, Michael David Jones, Tyler Heal, Mariana Ruiz, Science Primer (National Center for Biotechnology Information), Liquid_2003, Arne Nordmann & The Tango! Desktop Project	https://en.wikipedia.org/wiki/File:Biological_and_technological_scales_compared-en.svg Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic
15	שמרים	Andre Nantel/ shutterstock.com	shutterstock.com
	נגיף שפעת החזירים	C. S. Goldsmith and A. Balish	https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=11214
	הליקובקטר פילורי	Janice Carr	https://phil.cdc.gov/details.aspx?pid=5715
	סנדלית ובתוכה אצות ירוקות	Anatoly Mikhaltsov	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Parameciu_bursaria.jpg Creative Commons Attribution 4.0 International License
16	צילום חיידקי שיניים	David Gregory & Debbie Marshall	Credit: David Gregory & Debbie Marshall. CC BY https://wellcomecollection.org/works/y2x8qsu3
18	חיידקים ירוקים (ימין)		https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anabaena_sperica2.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	חיידקים ירוקים (שמאל)	NASA	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyanobacteria_guerrero_negro.jpg?uselang=he
	אמבה	Cymothoa exigua	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Amoeba_proteus.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	סנדלית	HernanToro	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Grupo_de_Paramecium_caudatum.jpg Creative Commons Attribution 4.0 International License
	עיננית	David Shykind	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Euglena_pellicle_2.jpg
	אצות זהוביות צורניות (ימין)	Kristian Peters	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Achnanthes_lanceolata.jpeg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	אצות זהוביות צורניות (שמאל)	Kristian Peters	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cyclotella_commensis.jpeg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	גלגיליות (ימין)	Sofdrakou	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brachionus_plicatilis.jpg Creative Commons Attribution 4.0 International License
	גלגיליות (שמאל)	Bob Blaylock	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bdelloid_Rotifer.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	כלורלה	VladiDamian	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorella.png Creative Commons, Attribution-Share Alike 4.0 International, 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic and 1.0 Generic license

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
18	אצות מושבתיות	PaquitoGon	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tmp_Scenedesmus_y_Pediastrum1921611804.JPG Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
20	נגיפים	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/jf8ggj5u?query=%20virus CC BY
	חיידקים	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/yxuuwncv?query=bacteria CC BY
	פרוטיסטה	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/a6d5cf9z CC BY
	בעלי חיים	Eric Isselee/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פטריות	mikaelawill13/ shutterstock.com	shutterstock.com
	צמחים	Jan Martin Will/ shutterstock.com	shutterstock.com
21	תמונת סיכום מיקרואורגניזמים	Rost9/ shutterstock.com	shutterstock.com
פרק 1 - מיקרוביום			
22	שן	Wolfilser/ shutterstock.com	shutterstock.com
	סוכרת	ratmaner/ shutterstock.com	shutterstock.com
23	כדורים	Roman Samokhin/ shutterstock.com	shutterstock.com
24	ציורים של ואן-לוונהוק	Anton van Leeuwenhoek	https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c7/Yeast-Anton_van_Leeuwenhoek.jpg CC-PD-Mark
	רוברט קוך	Unknown	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Robert_Koch_in_seine_Laboratorium.jpg Permission: PD-old
	איור DNA	Aha-Soft/ shutterstock.com	shutterstock.com
25	זריעה	אסתר לסלו	צולם במכללה האקדמית צפת
27	רך נולד	Echo Grid	Photo by Echo Grid on Unsplash
	תינוק	Colin Maynard	Photo by Colin Maynard Unsplash
	ילד	Ben White	Photo by Ben White on Unsplash
	גבר צעיר	Rhone	Photo by Rhone on Unsplash
	גבר מבוגר	Gus Moretta	Photo by Gus Moretta on Unsplash
28	עכברים	yod67	Depositphotos.com
	דמויות אנשים	leremy	Depositphotos.com
29	מערכת העיכול	Kateryna Kon/ shutterstock.com	shutterstock.com
30	תמונת סיכום מיקרוביום	Kateryna_Kon	stock.adobe.com
פרק 2 - חיידקים			
33	חיידק הסלמונלה	nobeastsofierce/ shutterstock.com	shutterstock.com
	חיידק הסטרפטוקוקוס	ktsdesign/ shutterstock.com	shutterstock.com

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
33	חיידק העכברת	Sebastian Kaulitzki/ shutterstock.com	shutterstock.com
34	תא חיידק	Anton Nalivayko/ shutterstock.com	shutterstock.com
	תא בעל חיים	eranicle/ shutterstock.com	shutterstock.com
	תא צמח	3d_man/ shutterstock.com	shutterstock.com
36	עץ קקאו	Aedka Studio/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פולי קקאו מיובשים	Aedka Studio/ shutterstock.com	shutterstock.com
	מיכל תסיסה	Angela N Perryman/ shutterstock.com	shutterstock.com
	תחילת התסיסה	Nabilah Khalil/ shutterstock.com	shutterstock.com
	שלבי התסיסה	Nabilah Khalil/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פולים מיובשים	ub-foto/ shutterstock.com	shutterstock.com
	שוקולד	Dima Sobko/ shutterstock.com	shutterstock.com
38	סטפילוקוקוס אראוס	Pradeep Halebeedu Prakash/ shutterstock.com	shutterstock.com
	קלוסטרידיום טטני	Kateryna Kon/ shutterstock.com	shutterstock.com
39	בורדטלה פרטוזיס	Kateryna Kon/ shutterstock.com	shutterstock.com
	אשריכיה קולי	AuntSpray/ shutterstock.com	shutterstock.com
42	סטרפטוקוקים (ימין)	Content Providers: CDC	https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=14341
	סטרפטוקוקים (שמאל)	Content Providers: CDC/ Sarah Bailey Cutchin Illustrator: Jennifer Oosthuizen	https://phil.cdc.gov/Details.aspx?pid=22884
	אגר דם	אסתר לסלו	המכללה האקדמית צפת
	צלחת פטרי	אסתר לסלו	המכללה האקדמית צפת
43	חיידקי סטרפטוקוקוס מותקפים	National Institutes of Health (NIH)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Streptococcus_pyogenese_Bacteria.jpg
	קפסולות	אסתר לסלו	המכללה האקדמית צפת
	אנטיביוטיקה	אסתר לסלו	צולם במעבדות בית החולים פוריה באדיבות ד"ר אבי פרץ
44	פענוח משטח גרון	באדיבות חברת רימיפארם בע"מ	
	גרון	Suzanne Tucker/ shutterstock.com	shutterstock.com
45	אמפטיגו	Anukool Manoton/ shutterstock.com	shutterstock.com
48	אלכסנדר פלמינג מקבל פרס נובל	לא ידוע	https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Nobelpristagare_Fleming_Midi.jpg
	פטריית עובש פניציליום	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
51	מנגנון הפעולה של אנטיביוטיקה	Kendrick Johnson	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antibiotics_Mechanisms_of_action.png

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
51	פגיעה בבניית DNA (א)	Designua/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פגיעה בייצור חלבונים (ב)	Timonina/ shutterstock.com	shutterstock.com
51	פגיעה בייצור אבני בניין DNA (ג)	chromatos/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פגיעה בייצור דופן החיידק (ד)	Kallayanee Naloka/ shutterstock.com	shutterstock.com
53	מסלול התרופה בגוף	Martial Red/ shutterstock.com	shutterstock.com
55	תיאור הניסוי	פותח עבור משרד החינוך על ידי אלנט	http://edu.lnet.org.il/PizaN/PizaN_Bacterias.html
	רפת	Suslov Denis/ shutterstock.com	shutterstock.com
56	צלחת פטרי	Jarun Ontakrai/ shutterstock.com	shutterstock.com
60	תמונת סיכום חיידקים	Jezper/ shutterstock.com	shutterstock.com
פרק 3 - נגיפים			
61	מסננת שמברלן	Science Museum, London. CC BY	https://wellcomecollection.org/works/ru4qcxv3 Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) terms and conditions
62	פלפלים נגועים	Image: UF/IFAS Pest Alert Web site/Pamela Roberts	https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371/journal.pbio.0040015
	נגיפים תוקפים חיידק	Dr Graham Beards	https://en.wikipedia.org/wiki/File:Phage.jpg GNU Free Documentation License
63	מבנה הנגיף	SkyPics Studio/ shutterstock.com	shutterstock.com
64	תהליך הדבקה והתרבות של נגיף	CNX OpenStax	https://cnx.org/contents/GFy_h8cu@10.53:rZudN6XP@2/Introduction
66	תסמיני השפעת	Mikael Häggström	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Symptoms_of_influenza.svg
67	דגם נגיף השפעת	Dan Higgins, Douglas Jordan, USCDCP	https://pixnio.com/science/microscopy-images/influenza/3-dimensional-model-of-influenza-subtypes-found-in-people-are-influenza-a-h1n1-and-influenza-a-h3n2-viruses
	דגם מפורט של נגיף השפעת	Dan Higgins, Douglas Jordan, USCDCP	https://pixnio.com/science/microscopy-images/influenza/3-dimensional-model-of-influenza-virus
69	איור חזיר, עוף	Sabelskaya / shutterstock.com	shutterstock.com
	איור בני אדם	Zoart Studio/ shutterstock.com	shutterstock.com
70	מחלק עיתונים בניו יורק		https://www.archives.gov/exhibits/influenza-epidemic/records-list.html
	שוטרים בסיאטל		https://www.archives.gov/exhibits/influenza-epidemic/records-list.html
	כרטיסן בסיאטל		https://www.archives.gov/exhibits/influenza-epidemic/records-list.html
73	תמונת סיכום נגיפים	dreamerb/ shutterstock.com	shutterstock.com
פרק 4 - מיקרואורגניזמים אאוקריוטים			
74	דגם תא אאוקריוטי	eranicle/ shutterstock.com	shutterstock.com
	אמבה	ggw/ shutterstock.com	shutterstock.com

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
74	כלורלה	VladiDamian	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chlorella.png Creative Commons, Attribution-Share Alike 4.0 International, 3.0 Unported, 2.5 Generic, 2.0 Generic and 1.0 Generic license
	עובש	nito/ shutterstock.com	shutterstock.com
75	סנדלית	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
76	שמרים	Andre Nantel/ shutterstock.com	shutterstock.com
77	פצע לישמניה	Layne Harris	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmaniasis_ulcer.jpg
78	שני שלבי הלישמניה	Kateryna Kon/ shutterstock.com	shutterstock.com
79	זבוב החול - ביצים	Alan R Walker	Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	זבוב החול - זחל	Alan R Walker	Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	זבוב החול - גולם	Alan R Walker	Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	זבוב החול - בוגר	CDC/ Frank Collins	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phlebotomus_pappatasi_bloodmeal_continue2.jpg
	התרבות טפילי לישמניה	CDC/Dr. L.L. Moore, Jr.	https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Leishmania_donovani_01.png
	הטפיל משתחרר מהתא (שמאל)	CDC	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leishmania_mexicana.jpg
80	שפן סלע	Traveller/ shutterstock.com	shutterstock.com
81	נגיפים	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/jf8ggj5u?query=%20virus CC BY
	חיידקים	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/yxuuwncv?query=bacteria CC BY
	פרוטיסטה	David Gregory & Debbie Marshall	https://wellcomecollection.org/works/a6d5cf9z CC BY
	בעלי חיים	Eric Isselee/ shutterstock.com	shutterstock.com
	פטריות	mikaelawill13/ shutterstock.com	shutterstock.com
	צמחים	Jan Martin Will/ shutterstock.com	shutterstock.com
82	תמונת סיכום אורגניזמים אאוקריוטים	Kateryna Kon/ shutterstock.com	shutterstock.com
פרק 5 - חיסון			
83	דייויד וטר, ילד הבועה	Michelle Goebel	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:David_Vetter_and_John_R._Montgomery.JPG
84	מבנה העור	US-Gov	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Skin_heb.jpg
85	תהליך הדלקת	OpenStax College	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1906_Emigration.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
86	נוגדן ואנטיגן (מעובד)	Color version of Image:Antibody.png, originally a Work of the United States Government. Author: Fvasconcellos	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antibody.svg
	צימות	Alejandro Porto	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Antigen-antibody-complex.png Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
88	נגיף האבעבועות השחורות	Everett Historical/ shutterstock.com	shutterstock.com
	חולה באבעבועות שחורות	Everett Historical/ shutterstock.com	shutterstock.com
	עטינים נגועים	Jones, Joseph, 1833-1896	https://www.flickr.com/photos/internetarchivebookimages/14576047638
	אדוורד ג'אנר	Pastel by John Raphael Smith	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Edward_Jenner._Pastel_by_John_Raphael_Smith._Wellcome_L0026138.jpg
89	מזרק ובקבוק	Billion Photos/ shutterstock.com	shutterstock.com
94	צילומי מסך מתוך פייסבוק		facebook.com
97	תמונת סיכום חיסון	Numstocker/ shutterstock.com	shutterstock.com
פרק 6 - ביוטכנולוגיה			
98	פחי מיחזור	Andrea Danti/ shutterstock.com	shutterstock.com
	חביות יין	Zsolt Biczo/ shutterstock.com	shutterstock.com
	נבטים	andriano.cz/ shutterstock.com	shutterstock.com
	גבינה	Roman Babakin/ shutterstock.com	shutterstock.com
	DNA	Yang Nan/ shutterstock.com	shutterstock.com
	מבחנות	angellodeco/ shutterstock.com	shutterstock.com
99	לחם	MaraZe/ shutterstock.com	shutterstock.com
	גבינה	Sloniki/ shutterstock.com	shutterstock.com
	יין	natalushka/ shutterstock.com	shutterstock.com
104	לואי פסטר	Albert Edelfelt (1854–1905)	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Albert_Edelfelt_-_Louis_Pasteur_-_1885.jpg
	אשכול ענבים	robuart/ shutterstock.com	shutterstock.com
	תאי שמרים	Kallayanee Naloka/ shutterstock.com	shutterstock.com
	גביע יין	iconohek/ shutterstock.com	shutterstock.com
	איור CO2	Irina Medvedeva Mejg/ shutterstock.com	shutterstock.com
105	הבשלת ענבים, מימין לשמאל - 1	Licvin/ shutterstock.com	shutterstock.com
	שלב 2	Obraz/ shutterstock.com	shutterstock.com
	שלב 3	Andrew Hagen/ shutterstock.com	shutterstock.com
	שלב 4	Jennifer Larsen Morrow/ shutterstock.com	shutterstock.com
	רפרקטומטר (ימין)	Gyuszko-Photo/ shutterstock.com	shutterstock.com
	רפרקטומטר (שמאל)	Gyuszko-Photo/ shutterstock.com	shutterstock.com
106	בציר ידני	goodluz/ shutterstock.com	shutterstock.com

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
106	בציר מכאני	באדיבות יהודה וינברג	https://www.webstagram.one/media/BoKF-lSH4Qm
	גת	דגנית סטנייצקי	
	דריכת ענבים	Celiafoto/ shutterstock.com	shutterstock.com
	סחיטה מודרנית	Josef Mohyla/ shutterstock.com	shutterstock.com
	סחיטה מודרנית	Thomas Barrat/ shutterstock.com	shutterstock.com
	ענב עם חרצן	NinaM/ shutterstock.com	shutterstock.com
107	שמרי יין	BW Folsom/ shutterstock.com	shutterstock.com
	אשכול ענבים עם שמרים	Bukhta Ihor / shutterstock.com	shutterstock.com
	כד יין	Lipskiy/ shutterstock.com	shutterstock.com
	חביות יין	Zsolt Biczo/ shutterstock.com	shutterstock.com
	מכלי נירוסטה	El Choclo/shutterstock.com	shutterstock.com
108	איור מצרי - ייצור יין	Metropolitan Museum of Art [CC0]	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nakht_and_Family_Fishing_and_Fowling,_Tomb_of_Nakht_MET_DT12059.jpg Creative Commons CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication
110	סרגל חומציות (מעובד)	ararat.art/ shutterstock.com	shutterstock.com
111	לבנה	hadasit/ shutterstock.com	shutterstock.com
112	עובש על לחם (ימין)	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
	עובש על לחם (שמאל)	CDC/Dr. Lucille K. Georg [Public domain]	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mature_sporangium_of_a_Mucor_sp._fungus.jpg
	גולמי עובש	Rattiya Thongdumhyu/ shutterstock.com	shutterstock.com
113	כיכר לחם בשקית	kocetoiliev/ shutterstock.com	shutterstock.com
114	שורת ספרים	creatOR76/ shutterstock.com	shutterstock.com
	ספר בודד	STILLFX/ shutterstock.com	shutterstock.com
115	דייגים בקוטב	vladimir salman/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דג קוטב	FedBul/ shutterstock.com	shutterstock.com
	DNA	Blackboard/ shutterstock.com	shutterstock.com
	עגבניה	Jacek Fulawka/ shutterstock.com	shutterstock.com
	הכלאה בצמחים	Sergey Merkulov/ shutterstock.com	shutterstock.com
	סריקת ספר	Lolostock/ shutterstock.com	shutterstock.com
	כרוב הבר	4028mdk09	https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9B%D7%A8%D7%95%D7%91_(%D7%A1%D7%95%D7%92)#/media/File:Oktober_2011_Feld_bei_Plankstadt.JPG Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	קולורבי	Coyau	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chou-rave_10.jpg Coyau / Wikimedia Commons / CC BY-SA 3.0
	כרובית	Jennifer Schmidt	Photo by Jennifer Schmidt on Unsplash
	כרוב עלים	Michael Walter	Photo by Michael Walter on Unsplash

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
115	כרוב ניצנים	Keenan Loo	Photo by Keenan Loo on Unsplash
	ברוקולי	Reinaldo Kevin	Photo by Reinaldo Kevin on Unsplash
116	DNA	אסתר לסלו	המכללה האקדמית צפת
117	PCR	אסתר לסלו	מעבדות בית החולים פוריה באדיבות ד"ר אבי פרץ
118	פלסמידים	CNX OpenStax	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Figure_17_01_06.png
123	בננה	Charles	Photo by Charles on Unsplash
	עיתונים	Mr Cup / Fabien Barral	Photo by Mr Cup / Fabien Barral on Unsplash
	שקיות ניילון	Trosmisiek	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Plastic_bags.jpg
	פחיות	Ja San Miguel	Photo by Ja San Miguel on Unsplash
	בקבוקי פלסטיק	Christian Chen	Photo by Christian Chen on Unsplash
	בקבוקי זכוכית	Bhavyesh Acharya	Photo by Bhavyesh Acharya on Unsplash
126	דף מאגרים - אטמוספירה	studio23/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - מים עיליים	Nikolay 007/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - גשם	Brian A Jackson/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - מי תהום	stihii/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - דשנים	Fotokostic/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - אדמה	Nik Merkulov/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - אוקיינוס	Tuanjai Pratumma/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - צמחים	Ricardo Saraiva/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - בע"ח חיים	John Michael Vosloo/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - הפרשות בע"ח	Various images/ shutterstock.com	shutterstock.com
	דף מאגרים - בע"ח וצמחים מתים	Elsbet9/ shutterstock.com	shutterstock.com
127	מחזור החנקן	U.S. Environmental Protection Agency	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nitrogen_Cycle.jpg
128	יצרנים	D. Jameson RAGE	Photo by D. Jameson RAGE on Unsplash
	צרכנים 1	Shirui Cheng	Photo by Shirui Cheng on Unsplash
	צרכנים 2	Sunyu	Photo by Sunyu on Unsplash
	צרכנים 3	Luke Tanis	Photo by Luke Tanis on Unsplash
	חיידקים מפרקים	Jezper/ shutterstock.com	shutterstock.com
	מחזור הפחמן	Kevin Saff	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carbon_cycle-cute_diagram.svg
	מחזור הזרחן	Bonniemf Incorporates work by NASA Earth Science Enterprise	https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phosphorus_cycle.png

מספר העמוד	תיאור התמונה	שם הצלם/היוצר	רשיון/קישור
129	הדרכה להפרדת פסולת רטובה	אתר המשרד לאיכות הסביבה (פברואר 2019)	http://www.sviva.gov.il מתן הזכות לשימוש בחומרים, אינה מתן חסות של המשרד לפרסום בכללותו או לגוף המפרסם.
130	מערכת ביוגז	ליאור בן אילוז	צולם ע"י ליאור בן אילוז במעבדת הישיבה התיכונית חיספין
	להבת ביוגז	Søren Wedel Nielsen	https://he.m.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%95%D7%91%D7%A5:Flametest--Na.swn.jpg Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported
	מתקן ביוגז	ShDrohnenFly/ shutterstock.com	shutterstock.com
	איור מפעל ייצור חשמל ודשן	tele52/ shutterstock.com	shutterstock.com
132	תמונת סיכום ביוטכנולוגיה	FotisR/ shutterstock.com	shutterstock.com

تتناول الوحدة التعليميّة "المَخفيُّون عن العين" مواضيع في علم الأحياء الدّقيقة من خلال قضايا من عالم الطُّلاب، وتطوّر أدوات لاتخاذ مواقف مُستنيرة وتعتمد على المعرفة. يُشجّع التعلم التفكير المبني على المعرفة العلميّة، ويُطوّر مفاهيم حول ماهيّة العلم، ويتعامل أيضا مع الجوانب الاجتماعية والأخلاقيّة.
تتعامل الوحدة مع الصحّة، البيئة والتكنولوجيا الحيويّة. ينطلق تدريس المواضيع المُختلفة من خلال الأسئلة التي يُثيرُها الطلاب في بداية كل فصل، والتي تتطرّق للقضايا التي تَنبُع من خلال المحادثات الاجتماعيّة. يتمّ التعلم من خلال استعمال تنوّع واسع من الفعاليّات مثل المختبرات، التدريس الذي يعتمد على الدراما والمحاكاة، التعلم المشترك، ونقاشات علميّة أخلاقيّة.

بعض المُعضلات التي طُرحت في الكتاب:

- عن السُمْنة، الميكروبيوم والمسؤوليّة
- البكتيريا في إنتاج الشوكولاطة
- الأمراض، مُسبِّبات الأمراض، تمييز البكتيريا
- مُقاومة البكتيريا والاستعمال الذكيّ للمُضادات الحيويّة
- تطوّر سُلالات جديدة من الإنفلونزا، واتخاذ قرار مدروس هل نتطعّم ضدها
- عمليّات التكنولوجيا الحيويّة في صناعة الغذاء
- مُعضلة الغذاء المُهندَس وراثيًا
- العلاقة بين المَرَض، توسيع المستَعْمرات والحَيوانات البرّيّة
- عن التّطْعيمات وعن المعارضين
- الغاز الحيويّ - تحويل النّفايات إلى كَنْز