

Hinweise für den Prüfling

Bearbeitungszeit (insgesamt): 255 Minuten

Auswahlverfahren

Wählen Sie von den zwei vorliegenden Vorschlägen einen zur Bearbeitung aus. Der nicht ausgewählte Vorschlag wird 60 Minuten nach Beginn der Bearbeitungszeit von der Aufsicht führenden Lehrkraft eingesammelt.

Erlaubte Hilfsmittel

1. ein Wörterbuch der deutschen Rechtschreibung
2. ein eingeführter Taschenrechner (Bei grafikfähigen Rechnern und Computeralgebrasystemen ist ein Reset durchzuführen.)
3. eine Liste der fachspezifischen Operatoren

Sonstige Hinweise

keine

In jedem Fall vom Prüfling auszufüllen

Name: _____

Vorname: _____

Prüferin/Prüfer: _____

Datum: _____

Honigbienen – Varroamilben – Pontischer Honig**(Ökologische und stoffwechselphysiologische Zusammenhänge, Neurobiologie und Verhaltensbiologie)**

Aktuell ist das Insektensterben häufig Thema in den Medien, und es wird schon über eine „Bestäuberkrise“ diskutiert. Hierbei wird die Honigbiene *Apis mellifera* oft synonym für alle bestäubenden Insekten verwendet.

Für die Gesundheit der Honigbienen ist es entscheidend, dass sie Krankheitserreger erfolgreich bekämpfen können. In diesem Zusammenhang werden die Varroa-Milbe und die von ihr übertragenen Bienenkrankheiten als ein zentraler Faktor für das Sterben von Bienenvölkern angesehen.

Honig, ein von Honigbienen zur eigenen Nahrungsvorsorge erzeugtes und vom Menschen genutztes Lebensmittel, kann aufgrund bestimmter aus Nahrungspflanzen der Bienen stammender Wirkstoffe unter Umständen eine gesundheitliche Gefährdung darstellen.

Aufgaben**Honigbiene und Varroamilbe**

- 1 Geben Sie die Definitionen für Biotop und Biozönose an und nennen Sie je zwei Beispiele für charakteristische abiotische und biotische Ökofaktoren.

(8 BE)

- 2 Erläutern Sie die wechselseitige Beziehung zwischen Honigbienen und Apfelbäumen. Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen den drei Apfelsorten hinsichtlich des Ertrags und entwickeln Sie eine Hypothese für die Erträge ohne Honigbienenbeflug. (Material 1 und 2)

(11 BE)

- 3 Erklären Sie den Einfluss der Varroamilbe auf die Sterblichkeit des Bienenvolkes. (Material 1 und 3)

(8 BE)

- 4 Fassen Sie die Versuchsergebnisse zum Putzverhalten der asiatischen und der europäischen Honigbiene zusammen und deuten Sie diese. (Material 3 und 4)

(15 BE)

- 5 Beurteilen Sie den Vorschlag, bei der Apfelblüte gezielt solitäre Bienenarten, wie z.B. die Gehörnte Mauerbiene, zum Einsatz zu bringen, anhand von vier unterschiedlichen Aspekten. (Material 1, 2 und 5)

(8 BE)

Fortsetzung der Aufgabenstellung auf der folgenden Seite

„Pontischer Honig“

- 6 Beschreiben Sie das Zustandekommen des Ruhepotenzials an einer Nervenzelle. Erläutern Sie in diesem Zusammenhang die Bedeutung und die Funktion der Natrium-Kaliumpumpe. (Material 7)
(17 BE)
- 7 Beschreiben und erklären Sie den Potenzialverlauf in Abbildung 8.2. (Material 6, 7 und 8)
(22 BE)
- 8 Entwickeln Sie eine Hypothese, die die in Material 9 beschriebenen Untersuchungsergebnisse erklären könnte. (Material 8 und 9)
(4 BE)
- 9 Entwickeln Sie eine Erklärung für die beobachteten Symptome nach dem Genuss von „Mad Honey“. (Material 6 und 8)
(7 BE)

Material 1**Die Honigbiene**

Die Honigbiene ist ein sozial lebendes Insekt, das in einem „Volk“ lebt, einer in sich geschlossenen Gemeinschaft. Jedes Volk baut ein Nest aus Waben und Wachs, das sich in einer vom Imker gebauten Behausung oder, bei Wildbienen, in einer Höhle befindet. Volk, Nest und Behausung zusammen werden als „Stock“ bezeichnet. Im Mittelpunkt des Volkes steht die Königin. Sie lebt mehrere Jahre. In ihrem ersten Lebensjahr verpaart sie sich auf dem Hochzeitsflug und speichert die Spermien für den Rest ihres Lebens in ihrem Körper. Alle Bienen des Volkes (weibliche Arbeitsbienen und männliche Bienen, die Drohnen) stammen von ihr ab.

Im Frühjahr beginnt die Königin mit der Eiablage. Sie legt in kurzer Zeit so viele Eier, dass das Volk bei ausreichendem Blütenangebot bis auf mehrere Zehntausend Bienen anwachsen kann. Jedes Ei wird einzeln in eine Wachselle gelegt. Aus einem befruchteten Ei schlüpft nach drei Tagen eine Larve, die innerhalb von sechs Tagen durch das Füttern durch Arbeitsbienen so schnell an Gewicht zunimmt, dass sie sich verpuppen kann. Dazu wird neun Tage nach der Eiablage die Wachselle, in der sich die Larve befindet, von Arbeitsbienen mit Wachs verschlossen. Nach zwölf Tagen schlüpft daraus eine junge Arbeitsbiene, die im Frühjahr oder Sommer ca. fünf Wochen lebt. In den letzten beiden Wochen ihres Lebens sammelt sie außerhalb ihres Stocks Pollen und Nektar für ihr Volk.

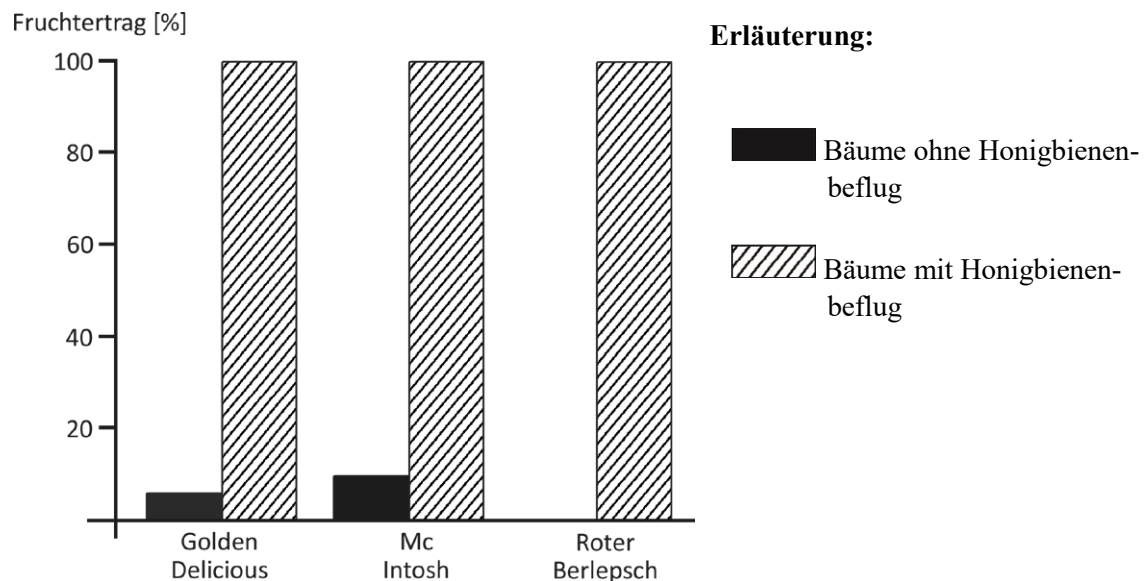
Im Herbst nimmt das Bienenvolk wieder auf ca. 10 000 bis 15 000 Bienen ab. Arbeitsbienen, die im Herbst schlüpfen, leben mehrere Monate. Ihre Aufgabe ist es, im Winter die Stocktemperatur über 20°C zu halten. Dazu bilden sie eine Traube und erzeugen mit ihrer Flugmuskulatur Wärme und verfallen daher im Winter auch nicht in eine Körperstarre. Im Frühjahr ist es ihre Aufgabe, die neue Brut aufzuziehen. Das Volk ernährt sich in dieser Zeit von den eingelagerten Vorräten: Honig, den die Arbeitsbienen aus dem Blütennektar herstellen, und Pollen. Die Königin überwintert mit wenigen Tausend Arbeitsbienen, den sogenannten Winterbienen, ohne dass in dieser Zeit weitere Bienen hinzukommen, da die Königin in dieser Zeit keine Eier legt.

Material 2**Bestäubungsleistung durch Honigbienen**

Apfelbäume blühen in Deutschland ca. zwei bis drei Wochen im Zeitraum von April bis Mai. Sie locken die Bienen mit einem reichen Angebot an Nektar und Pollen an. Die blütenbesuchenden Arbeitsbienen sind blütenstet, das heißt, stehen zu Beginn ihrer Sammeltätigkeit zum Beispiel in der Nähe Apfelbäume in voller Blüte, besuchen sie diese in den nächsten Tagen regelmäßig, ohne zeitgleich andere Pflanzenarten zu besuchen. Das erhöht für die Apfelblüten die Wahrscheinlichkeit, befruchtet zu werden.

Das folgende Diagramm zeigt die Ergebnisse von Vergleichsversuchen zur Rolle der Honigbienen für die Ausbildung von Früchten bei drei verschiedenen Apfelsorten. Dazu wurde jeweils die Fruchtbildung nach Anwesenheit von Honigbienen zur Blütezeit mit 100% festgesetzt. Damit verglichen wurde die Fruchtbildung bei diesen drei Apfelsorten, wenn keine Honigbienen als Bestäuber zur Verfügung standen. Eine Selbstbestäubung wurde bei dieser Untersuchung ausgeschlossen.

Fortsetzung des Materials auf der folgenden Seite

Einfluss der Bestäubung durch Bienen auf den Ertrag von drei Apfelsorten**Material 3****Die Varroamilbe – der bedeutsamste Bienenschädling**

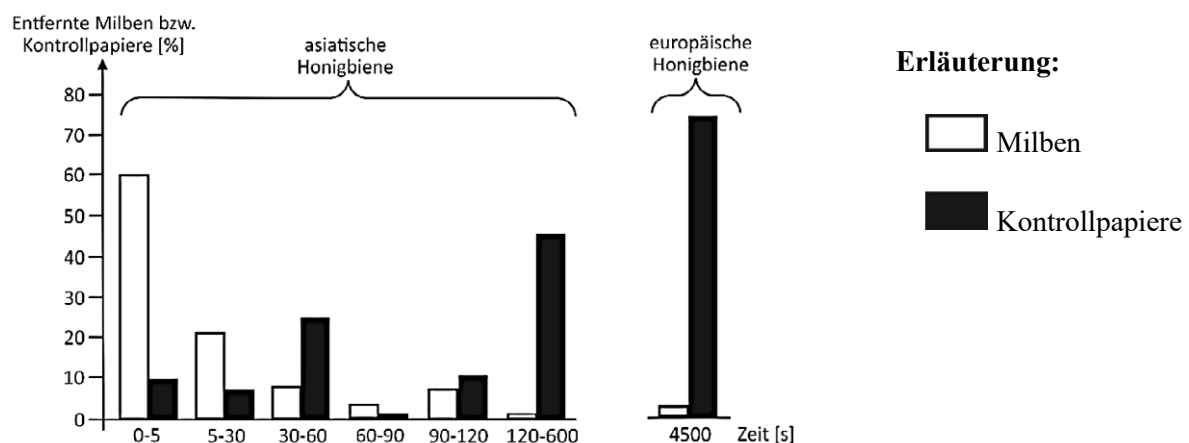
Die vielfältigen Veränderungen unserer Kulturlandschaften, wie die Umstellung auf große Monokulturen, ein hoher Einsatz von Pestiziden und das Verschwinden der blütenreichen Randstreifen an Äckern und Wegen, haben sich deutlich auf den Gesundheitszustand der Honigbienen ausgewirkt.

Besonders erschwerend wirkte sich das Einschleppen der Varroamilbe *Varroa destructor* aus Asien in den 1950er Jahren aus. Sie ernährt sich vom Fettkörper der Bienen. In den Zellen des Fettkörpers werden Stoffe umgebaut, neu synthetisiert und gespeichert. Die Aktivität des Organs beeinflusst den hormonellen Status der Larve sowie der erwachsenen Biene und damit auch das Bienenverhalten. Der Fettkörper ist in der Larve besonders stark entwickelt, da er die Reservestoffe enthält, die während der Metamorphose (Umwandlung der Larvenform zum Adultstadium) gebraucht werden.

Die Varroamilbe lebt auf den Arbeitsbienen und verlässt diese, wenn sie auf heranwachsende Bienenlarven überwechseln kann, bevor deren Wachszellen verschlossen werden. In den 12 Tagen der Verpuppung parasitiert die Milbe an der Bienenlarve und vermehrt sich. Dabei stirbt die befallene Biene nicht, wird aber geschwächt: Ihre Größe ist um ca. 10% vermindert, ihre Lebenszeit stark verkürzt, ihre Orientierungsleistungen sind schlechter und von den Milben übertragene Viren verursachen Erkrankungen, wie z.B. Verkrüppelung der Flügel. Deutschlandweit wurde untersucht, wie hoch die Wahrscheinlichkeit des Sterbens eines Bienenvolkes im Winter („Winterverlust“) in Abhängigkeit von seinem Varroamilbenbefall im Herbst ist. Es wurde beobachtet, dass das Risiko, im Winter zu sterben, bei Völkern ohne Varroa-Befall bei etwa 4% liegt. Bei einem Befall ab 20 Milben pro 100 Bienen liegt das Verlustrisiko bei fast 50%.

Material 4**Das Putzverhalten der asiatischen und der europäischen Honigbiene**

Angesichts der hohen Verluste durch Varroamilbenbefall bei der heimischen Honigbiene untersuchten Forscher die Beziehung zwischen der Milbe und ihrem ursprünglichen Wirt, der asiatischen Honigbiene. In ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet existieren Milbe und asiatische Honigbiene schon seit langem miteinander, ohne dass es nennenswerte Beeinträchtigungen der Bienenpopulation gibt. Um diese Beobachtung zu erklären, wurden Versuche mit gesunden Völkern von asiatischen und europäischen Honigbienen durchgeführt. In offene Wachsellen mit Bienenlarven wurde entweder eine Milbe oder ein gleichgroßes Stück Kontrollpapier eingebracht. Dann wurde das Putzverhalten der Bienen beobachtet und geprüft, in welcher Zeit sie jeweils die Milben bzw. das Kontrollpapier entfernten. Bei den Reaktionen der asiatischen Honigbienen konnten alle Beobachtungen innerhalb der ersten 10 Minuten des Versuches durchgeführt werden. Bei den europäischen Honigbienen dagegen musste über 75 Minuten (4500 s) beobachtet und das Resultat zu diesem Zeitpunkt zusammengefasst werden.

Untersuchung zum Putzverhalten der asiatischen und der europäischen Honigbiene**Material 5****Bestäubung durch Honigbiene und Gehörnte Mauerbiene**

Die meisten unserer heimischen Bienenarten sind Wildbienen, die in der Regel nicht von Varroamilben befallen werden. Sie bilden keine Völker wie die Honigbiene, sondern leben allein (solitär). Dazu gehört auch die recht häufige Gehörnte Mauerbiene. Nach dem Schlüpfen im Frühjahr und der Paarung beginnen die Weibchen in hohlen Pflanzenstängeln oder in Erdlöchern mit dem Bau der Brutzellen, in die sie jeweils ein Ei ablegen und die sie mit Nektar und Pollen versorgen. Anschließend werden die Kammern fest verschlossen. Ca. zwölf solcher Einzelzellen nebeneinander bilden zusammen ein kleines Brutnest. Nach etwa vier bis sechs Wochen stirbt das Weibchen. Ihr Nachwuchs wächst über den Sommer eingeschlossen in seinen Zellen heran und überwintert, bereits voll entwickelt, darin, bis zum Schlüpfen bei steigenden Temperaturen im Frühjahr. Die jetzt verlassenen Röhren können für den kommenden Nachwuchs wieder genutzt werden.

Fortsetzung des Materials auf der folgenden Seite

**Biologie
Grundkurs****Thema und Aufgabenstellung
Vorschlag A**

In der Flugzeit der Mauerbienen-Weibchen blühen auch Apfelbäume, in denen sie intensiv Nektar und Pollen sammeln und dabei auch die Blüten bestäuben. Für eine erfolgreiche Befruchtung der Blüten ist es wichtig, dass ein blütenbesuchendes Weibchen den Pollen anderer Blüten auf die gerade besuchte Blüte so überträgt, dass dieser auf der Narbe der Blüte landet. Beim Blütenbesuch verhalten sich Mauerbienen anders als Honigbienen. In einer Apfelplantage mit einer Delicious-Sorte wurden einzelne Bienen beider Bienenarten beim Blütenbesuch beobachtet und anschließend das Ausmaß der Fruchtbildung verglichen. Folgende Daten wurden erhoben:

	Besuchszeit je Blüte [s]	besuchte Blüten pro Minute	Narbenkontakt bei Blütenbesuch [% der Besuche]	Fruchtbildung nach Blüten- besuch [% der Besuche]
Gehörnte Mauer- biene	3,4	12,3	97,7	27,4
Europäische Ho- nigbiene	5,3	7,9	32,7	12,1

Material 6**„Pontischer Honig“**

Im Jahre 401 v. Chr. befanden sich die Krieger des griechischen Feldherren Xenophon auf dem Rückzug von einer Schlacht um die Herrschaft des persischen Reiches an der Schwarzmeerküste und aßen Honig aus Waben. Alle, die davon gekostet hatten, klagten über Beschwerden, die von Betrunkenheit oder Erbrechen bis hin zu Ohnmacht reichten.

Noch heute warnt das Bundesinstitut für Risikoforschung vor dem Verzehr des auch als „pontischer Honig“ oder „Mad Honey“ bezeichneten Rhododendron-Honigs der türkischen Schwarzmeerküste, da es durch ihn zu akuten Vergiftungserscheinungen wie Schwindel, Blutdruckabfall, verlangsamtem Herzschlag, Missempfindungen, Kribbeln, Jucken, Übelkeit, Erbrechen und Durchfällen kommen kann. Normalerweise dämpft der Vagusnerv Herztätigkeit und Blutdruck und fördert die Darmtätigkeit.

Als auslösende Ursache wurden die Grayanotoxine (GTX) identifiziert. Diese werden von am Schwarzmeer beheimateten Rhododendren-Arten gebildet und gelangen mittels Pollen und Nektar in den Honig.

Material 7

Ionenkonzentrationen und Membranpermeabilitäten eines Neurons während des Ruhepotenzials am unerregten Riesenaxon eines Tintenfisches

Ion	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	organische Anionen
intrazelluläre Konzentration [mmol/l]	50	400	108	460
extrazelluläre Konzentration [mmol/l]	440	20	560	0
relativer Permeabilitätskoeffizient	0,04	1	0,44	0

Erläuterung:

Relativer Permeabilitätskoeffizient: Maß für die Durchlässigkeit einer Membran für bestimmte Ionen. Dieser gibt das Verhältnis der Permeabilitäten für Na⁺ und Cl⁻ zur Permeabilität von K⁺ an.

Material 8

Molekulare Ursache der Vergiftungserscheinungen durch Grayanotoxin

Um die molekularen Ursachen zu identifizieren, welche die beschriebenen Wirkungen im Nervensystem des Menschen auslösen, wurden Riesenaxone des Tintenfisches *Loligo pealeii* präpariert und Lösungen unterschiedlicher Zusammensetzung ausgesetzt.

In den Experimenten wurde sichergestellt, dass die Ausbildung von Aktionspotenzialen blockiert wird, ohne dass das Ruhepotenzial beeinflusst wird.

Das Axoninnere wurde konstant von einer Standard-Innenraumflüssigkeit durchströmt, während die Außenlösungen entsprechend den in der Grafik angegebenen Verhältnissen variiert wurden. Die erhaltenen Membranpotenzialänderungen wurden aufgezeichnet. Neben den in der Tabelle verwendeten Außenlösungen wurden zu unterschiedlichen Zeiten für bestimmte zeitliche Intervalle Tetrodotoxin (TTX) beziehungsweise Grayanotoxin (GTX) zugesetzt.

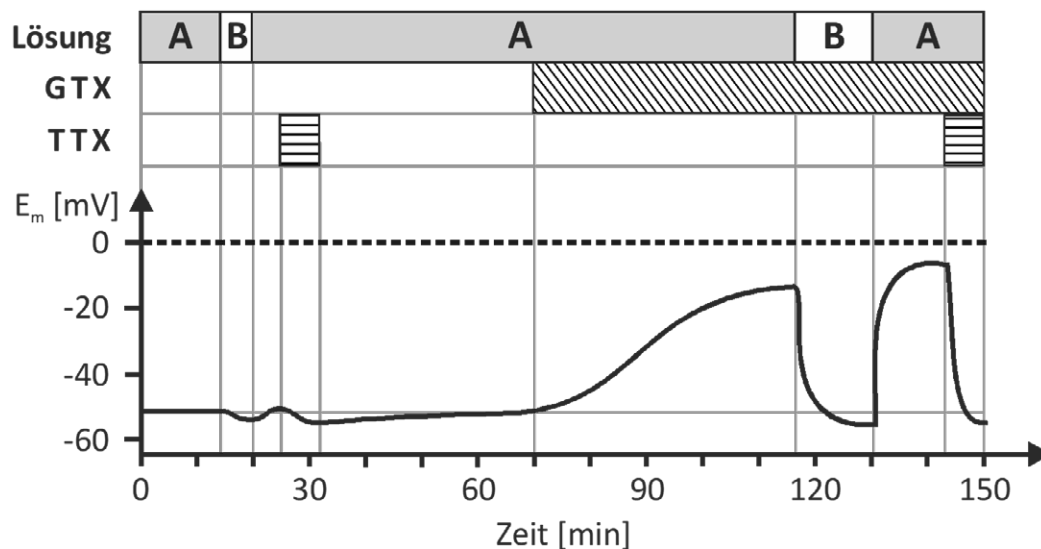
Tetrodotoxin ist ein Wirkstoff, der spannungsabhängige Natriumionenkanäle so blockiert, dass keine Natriumionen mehr hindurch diffundieren können.

Abbildung 8.1: Konzentrationen ausgewählter Ionen der im Versuch verwendeten Lösungen

Lösung Inhaltsstoffe	Außenlösungen		Innenlösung
	A	B	C
	Meerwasser [mmol/l]	natriumarmes Meerwasser [mmol/l]	Standard Innenraum- Flüssigkeit [mmol/l]
Na ⁺	449	1	50
K ⁺	10	10	350
organische Anionen	0	0	320

Hinweis: Osmotische Vorgänge sind für die Lösung der Aufgabe nicht relevant.

Abbildung 8.2: Änderungen des Ruhepotenzials eines Tintenfisch-Axons durch Verwendung unterschiedlicher Lösungen im Außenmedium



Erläuterung:

E_m Membranpotenzial

/// Zugabe von GTX

≡ Zugabe von TTX

Material 9

Ergänzende Untersuchungen

In weiteren Experimenten wurden GTX und TTX jeweils dem Axoninneren oder der Außenlösung zugefügt und ihre Wirkung untersucht. Es wurde beobachtet, dass Grayanotoxin sowohl stärker als auch schneller wirkt, wenn es dem Axoninneren zugeführt wird. Im Gegensatz dazu wirkte Tetrodotoxin nur bei Zugabe in die Außenlösung.