

Hinweise für den Prüfling

Auswahlzeit: 45 Minuten

Bearbeitungszeit (insgesamt): 240 Minuten

Auswahlverfahren

Es gibt zwei Aufgabengruppen A und B. Aus jeder Gruppe stehen zwei Vorschläge zur Auswahl, von denen jeweils einer auszuwählen und zu bearbeiten ist.

Die beiden nicht ausgewählten Vorschläge müssen am Ende der Auswahlzeit der Aufsicht führenden Lehrkraft zurückgegeben werden.

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: _____

Ökologie und Stoffwechselphysiologie

Ameisenpflanzen

Aufgaben

- 1 Geben Sie je eine Definition sowie jeweils ein Beispiel für die interspezifischen Beziehungen „Parasitismus“ und „Konkurrenz“ an.
(6 BE)

- 2 Fassen Sie die Ergebnisse der Untersuchungen in den Abbildungen 2.1 und 2.2 zusammen. Benennen und begründen Sie die Form der Vergesellschaftung von Ameisen mit Ameisenpflanzen der Gattung *Macaranga*. (Material 1 und 2)
(8 BE)

- 3 Beschreiben Sie die Synthese von Jasmonsäure und erläutern Sie das Modell zur Regulation der Sekretion extrafloralen Nektars. (Material 3 und 4)
(15 BE)

- 4 Analysieren Sie die Ergebnisse der Freilandexperimente im Hinblick auf die Bildung und Wirkung von Jasmonsäure. (Material 3, 4 und 5)
(13 BE)

- 5 Erklären Sie die biologische Funktion der Veränderbarkeit der Produktion extrafloralen Nektars und der von Futterkörperchen. (Material 1, 3, 4, 5 und 6)
(8 BE)

Material 1**Ameisenpflanzen**

In den Tropen haben zahlreiche Pflanzen Allianzen mit unterschiedlichsten Insekten entwickelt, die sie vor Fressfeinden schützen. In Südostasien ist die Baumgattung *Macaranga* beheimatet. Bei diesen Bäumen handelt es sich um so genannte Ameisenpflanzen.

An Pflanzen der Gattung *Macaranga* leben Ameisen der Gattung *Crematogaster*. Diese entfernen Pilzsporen und Eier anderer Insekten, greifen Raupen an und verdrängen Käfer von den Pflanzen. Außerdem kappen sie die Ranken von Schlingpflanzen, sobald diese den Wirtsbaum berühren. Die Ameisen werden mit extrafloralem Nektar aus extrafloralen Nektarien belohnt. Dies sind Nektardrüsen, die sich im Gegensatz zu floralen Nektarien außerhalb der Blüte meist an den Laubblättern befinden und durch die die Pflanzen Nektar (= wässrige Zuckerlösung) ausscheiden. Viele *Macaranga*-Arten produzieren zusätzlich noch so genannte Futterkörperchen, von denen sich hauptsächlich die den Baum besiedelnden Ameisen ernähren. Aber auch andere räuberische Insekten und Nektarkonsumenten werden aus der Umgebung angelockt. Extraflorale Nektarien und Futterkörperchen werden nicht zur Anlockung von bestäubenden Insekten genutzt.

Futterkörperchen weisen einen relativ hohen Gehalt an Lipiden und Proteinen auf. Für deren Produktion werden bis zu 7% des im Boden verfügbaren Stickstoffs und mehr als 5% der aus der Fotosynthese gewonnenen Energie aufgewendet.

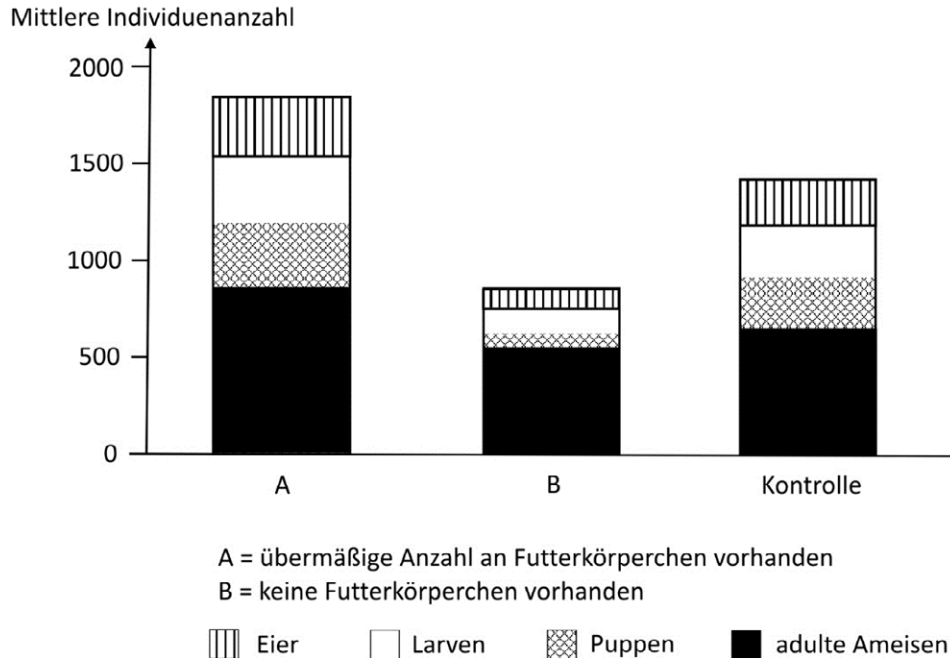
Man unterscheidet zwei Typen von Ameisenpflanzen: Fakultative Ameisenpflanzen sind solche, die nur zum Nahrungserwerb besucht werden; als obligate Ameisenpflanzen bezeichnet man Arten, die dauerhaft von Ameisen bewohnt werden.

Material 2**Untersuchungen an Ameisenpflanzen und deren Besiedlern**

In einem Fütterungsexperiment untersuchte man das Verhalten von Ameisen, die eine obligate Ameisenpflanze besiedelten. In einem Wahlversuch bot man den Besiedlern Insekteneier, Insekten und Futterkörperchen an. Dabei konnte man beobachten, dass die Besiedler (Ameisen) nahezu alle Insekteneier von der Pflanze entfernten und Insekten durch Bisse vertrieben. Futterkörperchen dienten zu 100% als Nahrungsquelle.

In einem zweiten Versuch wurde bei 30 Ameisenpflanzen die Ausbildung zusätzlicher Futterkörperchen stimuliert, bei weiteren 30 Ameisenpflanzen wurden dagegen die Futterkörperchen entfernt. Im Kontrollversuch wurden die Pflanzen nicht manipuliert. Nach 30 Tagen wurde die Anzahl der Ameisen und die Altersstruktur der Ameisenpopulation bestimmt. Das Ergebnis ist in Abbildung 2.1 dargestellt.

Abbildung 2.1: Individuenanzahl verschiedener Entwicklungsstadien einer Ameisenkolonie in Abhängigkeit vom Futterkörperchen-Angebot an einer obligaten Ameisenpflanze (*Macaranga bancana*)



Bei einer weiteren Untersuchung wurde die Blattmasse vor und 40 Tage nach dem Ausschluss von Ameisen bei drei verschiedenen *Macaranga*-Arten ermittelt. Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde mit Pflanzen in Anwesenheit von Ameisen (Kontrolle) verglichen. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt Abbildung 2.2.

Abbildung 2.2: Blattmasseverlust bei obligaten und fakultativen *Macaranga*-Pflanzen ohne und mit Ameisenbesiedlung

	<i>Macaranga bancana</i>		<i>Macaranga hosei</i>		<i>Macaranga tanarius</i>	
Art der Vergesellschaftung	obligate Ameisenpflanze		obligate Ameisenpflanze		fakultative Ameisenpflanze	
Blattmasseverlust in %	ohne Ameisen:	Kontrolle:	ohne Ameisen:	Kontrolle:	ohne Ameisen:	Kontrolle:
	2,6	1,2	1,7	0,2	4,2	3,2

Material 3

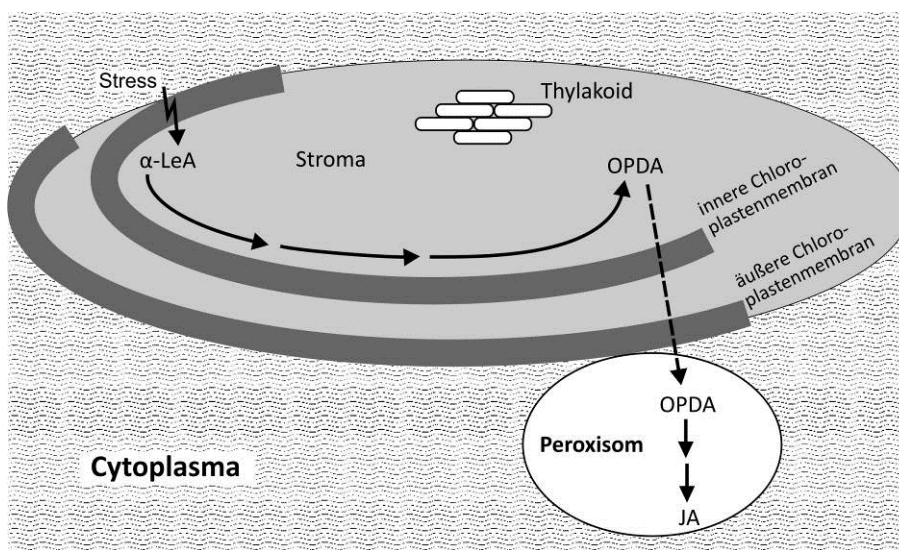
Biosynthese von Jasmonsäure

Jasmonsäure ist ein süßlich duftendes Pflanzenhormon, das verschiedene Reaktionen bewirkt.

Die Synthese von Jasmonsäure erfolgt in mehreren Schritten (siehe Abbildung). Stress (z.B. Angriff von Herbivoren auf eine Pflanze) führt zum Anstieg der Konzentration an freier α -Linolensäure.

α -Linolensäure liegt im Chloroplasten normalerweise nicht als freie Fettsäure vor, sondern ist Bestandteil von Membranlipiden.

Biosynthese von Jasmonsäure (Schema)



Erläuterung:

α -LeA	freie α -Linolensäure
OPDA	Oxophytodiensäure
JA	Jasmonsäure
→	enzymkatalysierte Reaktion
- - - →	Transport
⚡	Freisetzung

Material 4**Regulation des Nektarflusses**

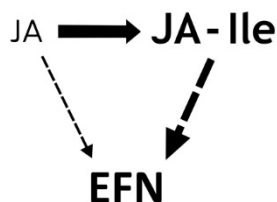
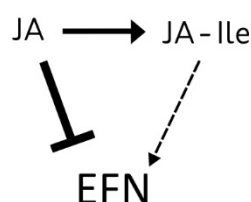
Bei fotosynthetisch aktiven Organismen gibt es zwei Gruppen von Pigmentsystemen: zum einen die Gruppe der Fotosynthesepigmente und zum anderen die Gruppe der Fotorezeptoren.

Phytochrome sind Fotorezeptoren, die in der Lage sind, kleinste Lichtmengen zu absorbieren. In einer aktuellen Studie fanden Wissenschaftler heraus, dass die Lichtsteuerung, die mit Hilfe von Phytochrom abläuft, entscheidend in die Funktionsweise der Nektarproduktion bei der Ameisenpflanze (*Macaranga tanarius*) eingreift.

Es zeigte sich auch, dass nicht die Lichtmenge, sondern die Lichtqualität eine entscheidende Rolle spielt. Während der Dämmerungszeiten überwiegt der Rotanteil des Lichts. Das Phytochrom absorbiert diese langwelligen roten Lichtanteile und wird dadurch aktiviert. Bei Dunkelheit geht es allmählich wieder in die inaktive Form über.

Die folgende Abbildung zeigt ein Modell zur Regulation der Sekretion extrafloralen Nektars (EFN).

Jasmonsäure verbindet sich u.a. im Zellplasma enzymkatalysiert mit der Aminosäure Isoleucin (Ile). Im Zellkern induzieren Jasmonsäure und der Jasmonsäure-Isoleucin-Molekülkomplex vielfältige Genexpressionsänderungen. Sie sind Grundlage für die Reaktion der Pflanze auf Stress, z.B. nach Fraßschäden durch Herbivoren. Herbivoren sind insbesondere während der Dämmerung aktiv.

Modell zur lichtgesteuerten Regulation der Sekretion extrafloralen Nektars**In der Dämmerung****In der Nacht****Hinweis:**

Die Ursache für die unterschiedliche Wirkung der Jasmonsäure in der Dämmerung und bei Nacht ist nicht Gegenstand der Aufgabenstellung.

Erläuterung:

JA	Jasmonsäure
JA-Ile	Jasmonsäure-Isoleucin-Molekülkomplex
EFN	extrafloraler Nektar
→	enzymkatalysierte Reaktion
----	Genexpression
Stärke des Pfeils	Intensität der Reaktion
—	Hemmung

Material 5

„Bodyguards“ der *Macaranga* – „Hilfe auf Zuruf“

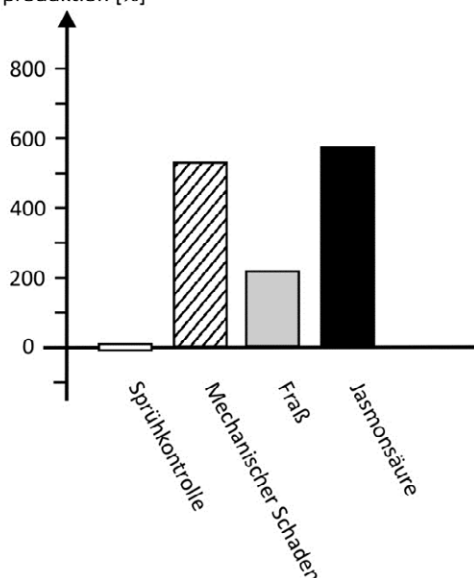
Pflanzen haben eine Vielzahl von Abwehrmechanismen gegen Fressfeinde entwickelt. In einer Versuchsreihe wurde untersucht, wie Ameisenpflanzen der Art *Macaranga tanarius* auf Beschädigungen reagieren.

Die Versuchsreihe wurde unter natürlichen Freilandbedingungen in der Nähe von Tampin (Halbinsel Malaysia) im August und September 1999 und August 2000 durchgeführt.

In einer Untersuchung mit Ameisenpflanzen der Art *Macaranga tanarius* wurde die Nektarproduktion aus extrafloralen Nektarien vor und 24 Stunden nach verschiedenen Behandlungen gemessen. Die Veränderung der Nektarproduktion ist als relative Änderung angegeben (siehe Abbildung 5.1).

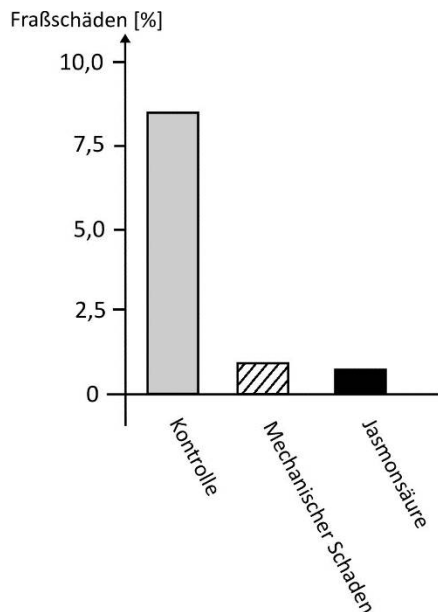
Abbildung 5.1: Nektarproduktion von *Macaranga tanarius* unter verschiedenen Bedingungen

Änderung der
Nektarproduktion [%]

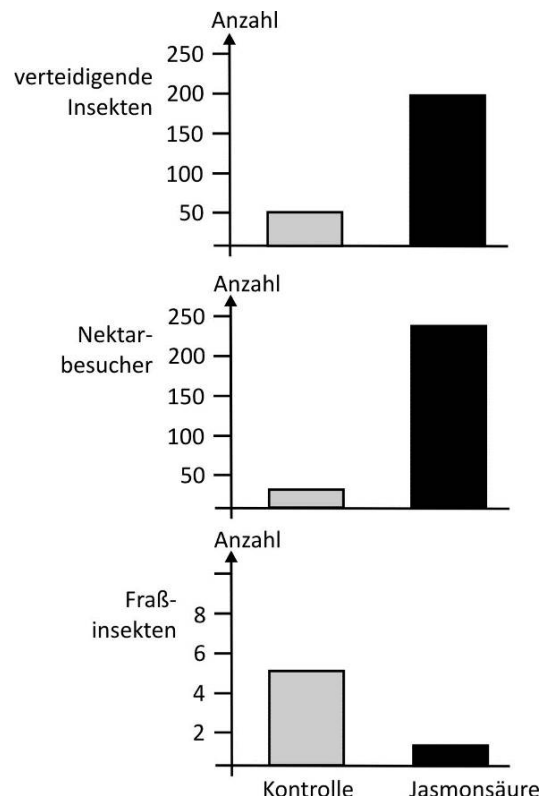
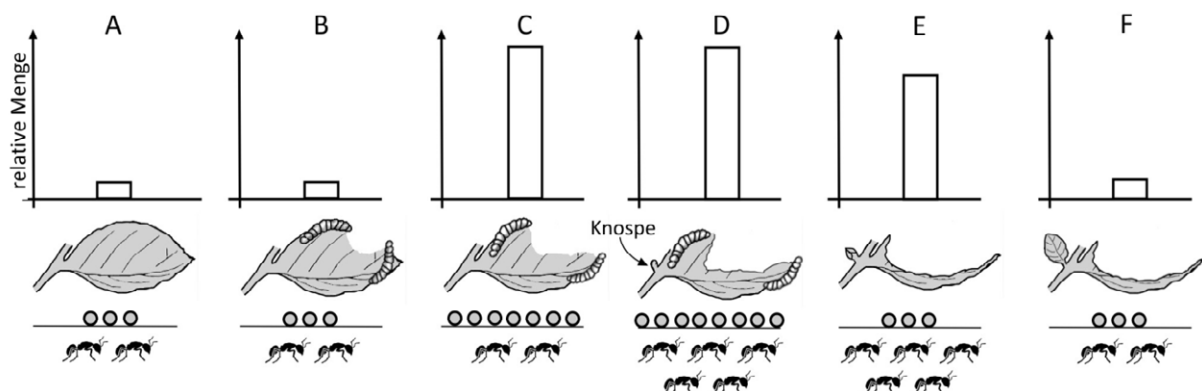
**Erläuterung:**

Sprühkontrolle	Aufsprühen von Lösungsmittel
Jasmonsäure	Aufsprühen von Lösungsmittel mit Jasmonsäure

In einer zweiten Freilanduntersuchung wurden 30 Ameisenpflanzen der Art *Macaranga tanarius* sechs Wochen lang alle vier Tage mit gelöster Jasmonsäure besprüht oder künstlich mit Nadelstichen beschädigt. Anschließend wurde das Ausmaß an Fraßschäden von Herbivoren im Vergleich zu nicht beschädigten, unbehandelten Kontrollpflanzen ermittelt (siehe Abbildung 5.2). Zeitgleich wurde die Anzahl aller auf den Ameisenpflanzen auftretenden Insekten registriert. Diese wurden nach ihrem Verhalten in drei Gruppen eingeteilt: verteidigende Insekten, die sich räuberisch von Fraßinsekten ernähren, sowie Nektarbesucher (Ameisen) und Fraßinsekten (siehe Abbildung 5.3).

Abbildung 5.2: Auswirkung unterschiedlicher Behandlung von Ameisenpflanzen auf das Ausmaß von Fraßschäden durch Insekten**Erläuterung:**

Kontrolle: keinerlei Behandlung

Abbildung 5.3: Individuenzahl verschiedener Insektengruppen auf Jasmonsäure-behandelten Pflanzen und Kontrollpflanzen**Material 6****Zeitliche Veränderung (A bis F) der Produktion von extrafloralem Nektar und Futterkörperchen bei Ameisenpflanzen****Erläuterung:**

- relative Menge an extrafloralem Nektar
- Futterkörperchen