



# *Entomofauna*

ZEITSCHRIFT FÜR ENTOMOLOGIE

---

Band 32, Heft 1: 1-16

ISSN 0250-4413

Ansfelden, 3. Jänner 2011

---

## **Untersuchung einiger Mono- und Disaccharidkonzentrationen in Auchenorrhyncha (Hemiptera) in Zusammenhang mit der Ernährungsformtypen – Zuordnung**

**M. BATUSIC, M. RIEDLE-BAUER, A. TIEFENBRUNNER, W. TIEFENBRUNNER**

### **Abstract**

Mono- and disaccharide concentrations in the body of Auchenorrhyncha (Hemiptera) and their relation to feeding habits.

Leaf- and planthopper species are either vascular feeders that suck on phloem or xylem, or mesophyll feeders that use parenchyma for food intake. Thus the composition of their food varies rigorously. Phloem is rich in carbohydrates, xylem contents numerous inorganic nutrients and parenchyma a lot of various amino acids. Only the nutrient composition of the parenchyma is well-balanced.

Feeding habits are unknown for most species because etho-physiological experiments are difficult and time consuming. Indirect evidences may be found by analyzing the concentration of different sugars in the body of the animals due to the fact that sugar intake varies drastically with the kind of feeding habit.

For the metabolism of insects the monosaccharide glucose and the disaccharide trehalose are of special importance and hence we have analyzed the concentrations of both these sugars as well as the one of fructose in the body of a multitude of species. According to our results it is possible to assume that there is a connection between feeding habit and glucose- as well as fructose concentration. The concentrations of both sugars are correlated but none is with trehalose. Therefore there seems to be no connection between trehalose content and feeding habits.

Some leaf- and planthopper species were kept in the lab on different host plants for comparison of the glucose concentrations. Host plant has an important influence and - compared with outdoor samples of animals - the sugar content was in some cases higher in the lab bred specimens.

**Key words:** Auchenorrhyncha, Cicadomorpha, Fulgoromorpha, trehalose content, glucose content, fructose content.

### **Zusammenfassung**

Zikaden verwenden ihre Nahrungspflanzen auf sehr verschiedene Weise (Ernährungsformtypen), indem sie je nach Art unterschiedliche Pflanzenorgane nutzen. Die Zusammensetzung ihrer Nahrung variiert demnach drastisch: das Phloem ist kohlenhydratreich, das Xylem enthält relativ viele anorganische Nährstoffe und das Parenchym viele Eiweiße. Eine ausgewogene Nahrungsbasis liefert aber nur das Parenchym.

Der Ernährungsformtyp ist durch verhaltensphysiologische Experimente nur schwer feststellbar und daher nur für wenige Zikadenarten genauer untersucht. Indirekte Hinweise sollten sich aber durch Untersuchung der Konzentration verschiedener Zucker im Körper der Zikaden finden lassen, da anzunehmen ist, dass das überreiche Zuckerangebot des Phloemsafte irgendwelche Spuren hinlässt und sich damit ein Unterschied zwischen Phloembibitoren und anderen Ernährungsformtypen nachweisen lässt.

Für den Metabolismus der Insekten sind vor allem das Monosaccharid Glucose und das Disaccharid Trehalose bedeutend. Wir haben daher die Konzentration dieser beiden Zucker, sowie die von Fructose im Körper für eine Vielzahl von Zikadenarten bestimmt. Wie man anhand jener Spezies, bei denen der Ernährungsformtyp bekannt ist erkennen konnte, ergibt sich ein Zusammenhang mit den Ernährungsformtypen insbesondere für Glucose, aber auch für Fructose, da der relative Gehalt dieser beiden Monosaccharide korreliert ist. Hingegen korreliert der relative Gehalt an Trehalose nicht mit den beiden anderen Zuckertypen und daher auch nicht mit dem Ernährungsformtyp.

Für Glucose wurde gezeigt, dass sich das Nährpflanzenangebot auf den Zuckergehalt im Tierkörper auswirkt. Dazu wurden einige Zikadenarten im Labor an unterschiedlichen Pflanzenarten gehalten. Dabei treten gegenüber Freilandfängen nicht nur verminderte Zuckergehalte auf – was sich einfach als Mangelernährungerscheinung interpretieren ließe – sondern auch deutlich erhöhte Werte.

## Einleitung

Die Auchenorrhyncha (Zikaden) sind Pflanzensaftsauger mit für diese Art des Nahrungserwerbs hoch spezialisierten, zu einem Saugapparat umgebildeten Mundwerkzeugen. Trotz deren in dieser Gruppe recht einheitlicher Gestaltung werden die Wirtspflanzen auf sehr unterschiedliche Weise genutzt, wobei sich nicht nur das Artenspektrum, sondern auch die verwendeten Pflanzenorgane bei verschiedenen Zikadenarten stark unterscheiden. Die Nutzung verschiedener Organe als Nahrungsquelle klassifiziert KUNKEL 1967 als "Ernährungsformtypen". Er unterscheidet System- und Lokalbibitoren, die Systembibitoren werden weiter in Phloem- und Xylembibitoren eingeteilt. Lokalbibitoren sind Mesophyllsauger, die den gesamten Zellinhalt nutzen und daher auf ein an Inhaltsstoffen reiches Nährmedium zurückgreifen können. Im Gegensatz dazu ist die Nährflüssigkeit der Systembibitoren einseitig und essentielle Stoffe fehlen. Aus diesem Grunde sind die Phloem- und Xylemsaftsauger auf Endosymbionten angewiesen, die für sie die in der Nahrung nicht vorhandenen, aber erforderlichen Vitamine und anderen Nährstoffe produzieren.

Der Phloemsaft ist allerdings nicht immer nährstoffarm. Junge, noch wachsende Pflanzenteile enthalten vergleichsweise viele Aminosäuren im Nährsaft, die es ermöglichen ohne spezielle Anpassungen ausschließlich davon zu leben. In den Tropen gibt es daher Ameisen, die als Wanderhirten Schmierläuse betreuen, sie stets auf junge Pflanzenteile setzen und alleine vom Honigtau ihr Dasein fristen können (DILL et al. 2002).

Xylem- und teilweise auch Phloembibitoren benötigen zusätzlich eine so genannte "Filterkammer" oder eine analog funktionierende Struktur. Es handelt sich dabei um einen "Kurzschluss" zwischen dem vorderen Mitteldarm und hinteren Mittel- oder Enddarm, der einen raschen Flüssigkeitstransport ermöglicht und für die rasche Wasserentsorgung äußerst bedeutsam ist (SAXENA 1955, GOODCHILD 1966).

Kenntnis darüber, welchem Ernährungsformtyp eine bestimmte Zikadenart zuzuordnen ist, kann nützlich sein, wenn man abschätzen will, inwieweit diese Art als Vektor von Nutzpflanzenpathogenen in Frage kommt. Denn bestimmte Viren oder Bakterien bleiben in ihrer Ausbreitung auf das Xylem oder Phloem beschränkt (KUNKEL 1967, HOGENHOUT et al. 2008).

Da nur wenige Arten bezüglich ihrer Zuordnung zu Ernährungsformtypen untersucht worden (NICKEL 2003) und da physiologische Untersuchungen sehr zeitraubend und nur im Labor durchzuführen sind, haben TIEFENBRUNNER et al. 2010 versucht für eine größere Anzahl von Arten auf indirektem Weg Information über die Ernährungsformtypenzuordnung zu erlangen. Sie haben die Ausgestaltung der Mundwerkzeuge sowie auch den Glucosegehalt des Körpers vieler Cicado- und Fulgoromorpha-Arten in der Erwartung untersucht, dass die Ausgestaltung der Mundwerkzeuge von der Art der Nahrungsaufnahme beeinflusst wird, bzw. dass der Zuckergehalt des Körpers bei Phloemsaugern höher liegen wird, als bei anderen. Die Mundwerkzeuge erwiesen sich nur teilweise als aussagekräftig. Sie weisen auf dem Niveau der Unterfamilie und Familie eine taxonspezifische Ausprägung aus, auch dann, wenn verschiedene Arten eines Taxons einem unterschiedlichen Ernährungsformtypus angehören. Interessant sind gewisse konvergente Entwicklungen bei z.T. wenig verwandten Spezies, die sogar unterschiedlichen Unterordnungen zugehörig sein können.

Die Glucosegehalte variieren laut TIEFENBRUNNER et al. 2010 hingegen auch innerhalb einer Unterfamilie. Es besteht zudem ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Nutzung des Phloemsafte als Nahrungsquelle und dem Glucosegehalt des Tierkörpers. Die Untersuchungen wurden zur Gänze an Freilandfängen durchgeführt, weshalb es nicht möglich war, den Einfluss unterschiedlicher Wirtspflanzenspezies auf den Glucosegehalt des Körpers festzustellen.

In einer viel zitierten Arbeit stellten WYATT & KALF 1957 fest, dass in der Haemolymphe das Disaccharid  $\alpha,\alpha$ -Trehalose dominiert. In vielen Insekten stellt es 80 % bis 90 % des Blutzuckers. Wenngleich natürlich nicht zu erwarten ist, dass Trehalose im Gesamtkörper ebenso überwiegt, wird die von Phloemsaugern aufgenommene Saccharose auch in Trehalose umgewandelt, weshalb sich dieser "Insektenzucker" möglicherweise als Indikator für einen bestimmten Ernährungsformtypus eignen könnte.

Im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit soll der Einfluss unterschiedlicher Wirtspflanzenspezies auf den Glucosegehalt im Zikadenkörper ermittelt werden. Dazu werden im Labor auf verschiedenen Wirtspflanzenspezies gehaltene Tiere herangezogen. Weiters sollen mögliche Zusammenhänge zwischen der Trehalosekonzentration im Zikadenkörper und dem Ernährungsformtypus analysiert werden. Darüber hinaus dient die gegenständliche Arbeit der Überprüfung der Ergebnisse der Arbeit von TIEFENBRUNNER et al. 2010 an gesondertem Tiermaterial.

## **Methode**

### **Sammeln der Zikaden**

An 20 Standorten (Weingärten und Umgebung) wurden 2008 in vierzehntägigem Abstand Zikaden mittels eines umgestalteten Laubsaugers gesammelt, in einer Kühlbox transportiert und bei  $-36^{\circ}\text{C}$  bis zur weiteren Verwendung aufbewahrt. Die Aufsammlung erfolgte von April bis Oktober in der Wachau, dem Nahrraum Wien, dem Seewinkel, dem Raum Eisenstadt, und dem Mittel- und Südburgenland.

### **Analyse der Zuckergehalte**

Zur Analyse der Zuckergehalte relativ zum Körpergewicht (Glucose, Fructose und Trehalose) wurden stets Imagines und nur bei sehr großen Arten Einzelindividuen verwendet. Im Allgemeinen wurden Einheiten aus mehreren Individuen einer Art zunächst mit einer Feinwaage gewogen, wobei für eine Analyseeinheit (AE) etwa 0,02g angestrebt wurden, und diese danach in einen Extraktionssack "Standard" der Firma Bioreba gebracht. Die mechanische Aufschließung erfolgte mit einem kleinen Hartgummihammer und danach mithilfe eines Homex 5 Extraktionsapparates der Firma HCT Shaping Systems. Anschließend wurde dem Extrakt 600  $\mu\text{l}$  Aqua dest. beigefügt, das unmittelbar vorher auf  $80^{\circ}\text{C}$  erhitzt worden war. Da das Extrakt bei Luftkontakt teilweise koaguliert, wurde es danach mit Hilfe einer 10 ml medizinischen Injektionsampulle (Braun Injekt)

mittels Überdruck durch ein sehr kleines Wattefilter gepresst, um danach für 7 min bei 13.500 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert zu werden.

Trehalose wurde zunächst mittels Trehalase zu D-Glucose hydrolysiert und diese dann quantifiziert. Daher war es vor diesem Schritt erforderlich, Glucose in einem Teil der Probe (200 µl) abzubauen. Dazu wurde der Probe 200 µl einer basischen Borohydridlösung beigemischt und die Lösung danach für eine Stunde bei 40°C stehen gelassen. Danach wurden 0,5 ml einer 200 mM Essigsäure zur Neutralisation hinzugefügt. Für die Trehalosebestimmung wurden 100µl dieser Lösung unter Zuhilfenahme des Megazyme Trehalose-Kits verwendet. Benutzt wurde das Automatic Equipment Konelab 20 I (Thermo Scientific, Waltham, USA). Der Trehalosegehalt wurde photometrisch bei 340 nm gemessen.

Für die enzymatische Bestimmung der Glucose- und Fructosekonzentration wurden 100 µl Lösung mit Enzytec Fluid D-Glucose Test Kit bzw. Enzytec Fluid D-Fructose Test Kit verwendet und abermals das Automatic Equipment Konelab 20 I (Thermo Scientific, Waltham, USA) benützt. Der Glucose- und Fructosegehalt wurde photometrisch bei 340 nm gemessen.

Die Erstellung der Grafiken erfolgte mittels Statgraphics Centurion, Version XV (Statpoint Inc., U.S.A. 2005).

### **Auswirkung der Wirtspflanzenart auf die Glucosekonzentration im Zikadenkörper**

Um zu ermitteln, ob sich die Eignung einer Wirtspflanze auf die Glucosekonzentration im Körper auswirkt, wurden 5 verschiedene Wirtspflanzen verwendet, nämlich *Convolvulus arvensis*, *Daucus carota*, *Vicia faba*, *Vitis vinifera* und *Zea mays*. Die Analysen umfassten 6 Zikadenarten bzw. Gattungen: die Agalliinae *Anaceratagallia ribauti*, die Deltocephalinen *Euscelis incisus*, *Jassargus obtusivalis*, *Mocuellus collinus* und *Psammotettix* spp. Im Falle von *Psammotettix* trat eine Mischbesiedlung schwer unterscheidbarer Arten auf (*P. alienus*, *P. cephalotes* und *P. confinis*). Die im Versuch verwendeten *Psammotettix*-Individuen erwiesen sich als Weibchen, was eine Bestimmung auf Artniveau zusätzlich erschwerte. Als einzige Delphacinae wurde *Laodelphax striatella* in die Untersuchung integriert. Die Zikaden wurden in einem Areal unweit des Labors wie beschrieben gefangen und für eine Woche bei 23 °C und Langtagbedingungen (L16:D8) in Topfkäfigen an Einzelpflanzen gehalten – sie konnten sich also nur von dieser ernähren. Anschließend wurde der Glucosegehalt im Körper der überlebenden Tiere bestimmt wie nachstehend beschrieben. Nur *Anaceratagallia ribauti* war in der Lage, für eine Woche auf allen angebotenen Wirtspflanzenarten zu überleben. *Jassargus obtusivalis*, *Mocuellus collinus*, *Psammotettix* spp. und *Laodelphax striatella* überlebten nur auf Mais. *Euscelis incisus* wurde nur auf *Daucus carota* und *Vicia faba* gehalten. Letztendlich wurden von *Anaceratagallia ribauti* 117 Individuen analysiert, von *Euscelis incisus* 19, von *Jassargus obtusivalis* 8, von *Mocuellus collinus* 5, von *Psammotettix* spp. 2 und von *Laodelphax striatella* 12 Individuen in die Zuckeruntersuchung einbezogen.

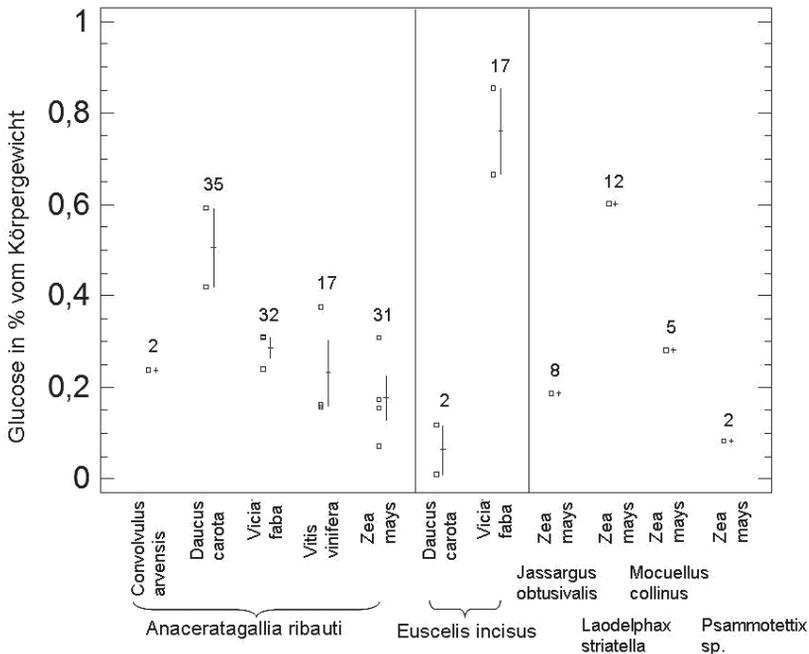
Bezüglich der Auswertbarkeit des Resultats trat ein Interessenskonflikt auf. Je mehr Individuen man zu einer Analyseeinheit (AE) zusammenfasst, desto genauer kann die Bestimmung der Glucosequantität erfolgen, aber Aussagen über die Varianz und die Signifikanz der Unterschiede sind dann schwerer möglich. Da uns die genaue Bestim-

mung der Glucosegehalte wichtiger war, fassten wir alle Individuen einer Wiederholung (eines Probetermins) zu einer AE zusammen.

## Ergebnisse und Diskussion

Einfluss der Wirtspflanze auf den Glucosegehalt im Körper der Zikade

Viele Zikaden haben ein eingeschränktes Wirtsspektrum, einige sind sogar monophag. Im Freiland werden sich die Tiere natürlich geeignete Wirte aussuchen, im Labor kann man manche Arten auch an weniger geeigneten geraume Zeit halten.



**Abb. 1:** Glucosegehalt relativ zum Körpergewicht für verschiedene Zikadenarten, die für eine Woche ausschließlich an einer bestimmten Wirtsart saugen konnten.

*Anaceratagallia ribauti* ernährt sich im Freiland von *Plantago* – Arten und verschiedenen Fabaceae (NICKEL 2003), konnte aber im Labor auch als einzige Art das gesamte Spektrum der zur Verfügung gestellten Wirtspflanzen nutzen. Die Glucosekonzentration betrug bei Ernährung an der Apiaceae *Daucus carota* etwa 0,5 % des Körpergewichts und liegt damit deutlich höher, als bei Freilandfängen. Bei der Nutzung von *Convolvulus arvensis*, *Vicia faba* und *Vitis vinifera* als Nahrungsquelle ist der Glucosewert nur etwa halb so hoch, bei der Monokotylen *Zea mays* noch niedriger. Bei *Vitis vinifera* ist der Glucosegehalt zum Juni – Versuchstermin deutlich höher, als bei den März- und Aprilterminen (Abb. 1). Möglicherweise ist daher die Nutzbarkeit der Wirtspflanzen auch

saisonal unterschiedlich. Die *Vitis* Stecklinge waren nämlich nicht gleich, sie hatten im Juni schon viel weiter ausgetrieben – könnten also mehr Glucose beinhalten haben. Es kann auch eine Rolle spielen, dass die zu den frühen Terminen gefangenen Tiere einer anderen Generation angehört haben dürften als die Junitiere.

Die auffälligste Abhängigkeit vom Wirt war bei *Euscelis incisus* zu bemerken. Bei Haltung an *Vicia faba* entwickelt die Art ebenso hohe Glucosekonzentrationen, wie sie auch im Freiland festgestellt werden können (etwa 0,7 % bis 0,8 % vom Körpergewicht), während bei *Daucus carota* die Werte nahe bei 0,1 % oder sogar deutlich darunter liegen.

Für die restlichen Zikadenarten wurde ein Vergleich bezüglich einer Wirtspflanze unternommen. Dabei zeigte sich, dass die Glucosekonzentrationen bei *Laodelphax striatella* an Mais sehr hoch sind (0,6 %), bei allen anderen Arten aber deutlich niedriger. Der Wert für Mais entspricht den höchsten im Freiland festgestellten Werten. Die Art saugt an Gräsern (BIEDERMANN & NIEDRINGHAUS 2004) und überträgt mais- und gerstenpathogene Viren (NICKEL 2003). Soweit bekannt, saugt *Anaceratagallia ribauti* im Freiland, wo sie das vermeiden kann, nicht an Monokotylen, wohl aber *Mocuellus collinus*, *Jassargus obtusivalis* und viele *Psammotettix* – Arten, die aber teilweise oligotroph sind. Jedenfalls sind die Glucosewerte dieser Arten, wenn sie an Mais saugen, deutlich niedriger, als die Freilandwerte.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der relative Glucosegehalt der Zikaden offenbar nicht nur vom Ernährungsformtypus abhängt, sondern auch vom angebotenen Nahrungsspektrum. Im Freiland werden sich die Tiere aber nach Möglichkeit geeignete Wirte aussuchen. Ein Teil der im Freiland beobachteten Varianz mag jedenfalls durchaus auf unterschiedliches Nährpflanzenspektrum zurückzuführen sein.

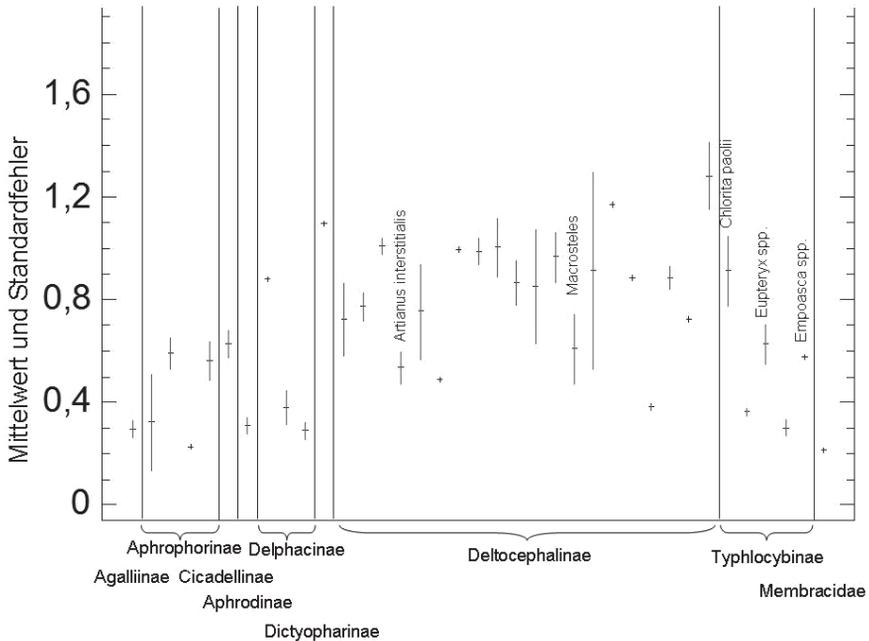
## **Gehalt verschiedener Zucker relativ zum Körpergewicht bei Freilandfängen**

### Glucose

Im Gegensatz zu der Arbeit von TIEFENBRUNNER et al. 2010 wurde in der vorliegenden Arbeit für jede AE neben der Glucose- auch noch die Fructose- und Trehalosekonzentration bestimmt. Dadurch ist es nicht nur möglich zu untersuchen wie sich die einzelnen Arten und höheren systematischen Kategorien in Bezug auf einen dieser Zucker zueinander verhalten, sondern es können auch die Zucker zueinander in Korrelation gesetzt werden. Abb. 2 zeigt die Ergebnisse den relativen Glucosegehalt betreffend:

In guter Übereinstimmung mit der vorangegangenen Untersuchung (TIEFENBRUNNER et al. 2010) weist *Anaceratagallia ribauti* (Agalliinae, Cicadellidae) einen recht niedrigen Glucosegehalt von etwa 0,32 % (Mittelwert für 183 Individuen) auf. Dieser Zuckergehalt könnte darauf hinweisen, dass die Spezies entweder kein Phloemsauger ist oder eine rasche Umsetzung des Zuckers in Fett erfolgt, wie das beispielsweise bei den Lepidopteren auch der Fall ist (GAEDIKE & HAUSER 2003). Möglicherweise sind die Tiere in ihrer Ernährung flexibler als allgemein angenommen. Denkbar wäre, dass sie an jungen Pflanzenteilen, deren Phloemsaft viele essentielle Aminosäuren enthält, das Phloem besaugen, bei älteren Pflanzen aber das Mesophyll nützen. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Art bei verschiedenen Wirten unterschiedliche Organe nutzt. Dafür sprechen auch die in Abb. 1 dargestellten Ergebnisse. An *Daucus carota* – die mit ihren zerfransten Blättern wenig Blattfläche und daher relativ wenig Mesophyll haben - saugende Individuen haben jedenfalls z. T. doppelt so hohe relative Glucosegehalte als Freilandfänge. Wenn man

davon ausgeht, dass die Tiere im Freiland optimale Bedingungen anstreben, ist dies ein Hinweis darauf, dass eine Maximierung des Glucosegehalts für das Tier nicht unbedingt optimal sein wird. Jedenfalls überträgt die Art Phytoplasmen (RIEDLE BAUER 2008), die nach derzeitiger Kenntnis nur im Phloem vorkommen (HOGENHOUT 2008).



**Abb. 2:** Glucosegehalt relativ zum Körpergewicht in Prozent für verschiedene Zikadenarten, nach Taxon (meist Unterfamilie) gegliedert. Dargestellt sind Mittelwert und Standardfehler der Analyse-einheiten.

Cercopidae, Aphrophoridae und Cicadellinae werden allgemein zu den Xylembibitoren gezählt (NICKEL 2003, KUNKEL 1967). Von den vier untersuchten Aphrophoridae – Arten wiesen zwei niedrige Glucosewerte auf (*Aphrophora alni*: 0,32 %; untersucht wurden ebenso wie bei der folgenden Art 2 Individuen; *Neophilenus modestus*: 0,23 %) und zwei moderate (*Neophilaenus campestris* 0,57 %, Mittelwert von 15 Individuen; *Philenus spumarius* 0,52 %; MW von 25 Individuen). Hier ergibt sich ein Unterschied zu der vorangegangenen Untersuchung, wo lediglich *Philenus spumarius* moderate Werte aufwies. Diese sind bei reinem Xylemsaugen wohl nur schwer zu erreichen. Gleiches gilt für *Cicadella viridis* (Cicadellinae), die mit 0,65 % (Mw von 15 Individuen) sogar schon recht hohe Glucosewerte aufweist, wenn man bedenkt, dass es sich um einen Xylembibitor handeln soll. Möglicherweise erreichen sie diese Werte durch zusätzliches Mesophyll- oder Phloemsaugen.

*Aphrodes makarovi* (Aphrodinae) weist wie schon in der vorigen Untersuchung niedrige Glucosewerte auf (0,31 %). Analysiert wurden 46 Individuen.

*Stictocephala bisonia* (Membracidae) hat ebenfalls einen sehr niedrigen relativen Glucosegehalt (0,21 %), allerdings wurde lediglich ein Individuum untersucht.

Verhältnismäßig hohe relative Glucosegehalte findet man generell bei den Deltocephalinae, Werte um oder sogar über 0,8 % sind die Norm. Vertreter dieser Unterfamilie sind generell als Phloembibitoren akzeptiert. Wie schon in der vorangegangenen Untersuchung weisen allerdings einige Gattungen, darunter *Macrosteles*, verhältnismäßig niedrige Glucosewerte auf (0,56 %; MW von 58 Individuen). Zu diesen Gattungen zählen wahrscheinlich auch Arten, die sowohl das Phloem als auch das Mesophyll nutzen. So konnten FORBES & RAINE 1973 Chloroplastenfragmente im Nahrungskanal von *M. fascifrons* nachweisen. *Macrosteles*-Arten sind gleichzeitig aber auch als Überträger von phloemlimitierten Phytoplasmen, z. B. *Candidatus Phytoplasma asteris* identifiziert (BOSCO et al. 2007).

Die Typhlocybiniae sind bezüglich ihrer relativen Glucosegehalte sehr variabel. Einzelne Arten und Gattungen, z. B. *Chlorita paolii* (0,88 %, MW für 168 Individuen), *Empoasca* spp. (0,58 %, MW für 46 Individuen) und manche *Eupteryx* – Arten haben hohe, andere, wie etwa *Emelyanoviana mollicula* (0,45 %; MW für 166 Individuen) oder *Zyginidia pullula* (0,3 %, MW für 85 Individuen) hingegen niedrige relative Glucosegehalte. Qualitativ stimmen die Ergebnisse dieser Untersuchung mit denen der vorangegangenen überein, wengleich die Gattung *Empoasca* bei der aktuellen Studie deutlich niedrigere Werte aufweist, möglicherweise als Folge einer anderen Artenzusammensetzung.

Die generelle Einstufung der Fulgoromorpha als Phloembibitoren (KUNKEL 1966) ist wahrscheinlich nicht richtig. Für *Dictyophara europaea* mit 1,1 % (ein Individuum) relativem Glucosegehalt dürfte sie aber stimmen; die Art ist zudem Überträger von phloemlimitierten Flavescence dorée-Phytoplasmen.

Von den hier untersuchten Delphacidae weisen zwei Arten geringe Glucosewerte auf, wie sie für Phloemsauger vermutlich untypisch sind, nämlich *Laodelphax striatella* mit 0,37 % (MW von 153 Individuen; man vergleiche aber mit an Mais saugenden Individuen, Abb. 1; die Art ist zudem Virusüberträger) und *Megadelphax sordidula* mit 0,3 % (MW von 53 Individuen). Bereits GOODCHILD 1966 hält die Delphacidae für Mesophyllsauger, eine Ansicht, die zumindest für einige Arten korrekt sein dürfte, wie sowohl diese, als auch die vorangegangene Untersuchung zeigen.

### Fructose

Fructose spielt für den Metabolismus der Zikade sicher keine bedeutende Rolle; nichts desto trotz ist Fructose einer der wichtigsten Zucker und soll hier der Vollständigkeit halber berücksichtigt werden.

Erwartungsgemäß ist die Konzentration verglichen mit Glucose viel niedriger; sie beträgt durchschnittlich ein Zehntel des Glucosewertes. Abb. 3 zeigt die Resultate im Detail.

Verhältnismäßig niedrige Fructosegehalte findet man bei den meisten Xylemsaugern, *Cicadella viridis*, *Aphrodes makarovi* und diverse Aphrophorinae, mit Ausnahme von *Philaenus spumarius*, die mit 0,068 % eine relativ hohe Fructosekonzentration aufweist. Bei manchen Delphacinae (*Laodelphax striatella* und *Megadelphax sordidula*) und *Dictyophara europaea* ist der Gehalt noch höher, ebenso wie bei vielen Deltocephalinae. Die untersuchten Typhlocybiniae weisen überwiegend sehr niedrige relative Fructosegehalte auf. Eine Ausnahme bildet nur *Chlorita paolii* mit 0,068 % (MW aus 168 Individuen).



Trehalose wird von Insekten ausschließlich im Fettkörper synthetisiert. Flug, Nahrungsaufnahme und Parasiteninfektion verursachen einen Anstieg der Trehalosekonzentration in der Hämolymphe (BECKER et al. 1996, ZOLTOWSKA & LOPIENISKA-BIERNAT 2006).

Die Zikaden mit ihren unterschiedlichen Ernährungsformtypen bilden eine gute Basis für die Untersuchung, ob Unterschiede im Zuckergehalt der Nahrungsgrundlage sich auch auf die Trehalosekonzentration auswirken. Es sei allerdings einschränkend darauf hingewiesen, dass wir auch bei der Untersuchung der Trehalosekonzentration nicht die Hämolymphe alleine – dies ist schon wegen der Kleinheit der meisten Arten schwer möglich –, sondern abermals den gesamten Tierkörper untersuchten. Bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtige man daher die Tatsache, dass der relative Hämolympfgehalt zwischen den Arten schwanken könnte. Die Ergebnisse unserer Untersuchung sind in Abb. 4 zusammengefasst.

Der relative Trehalosegehalt variiert zwischen 0,1 % des Körpergewichts und einem Zehntel davon. Überwiegend liegen die Werte zwischen 0,02 % und 0,03 %. Wo Arten im Mittel sehr hohe Trehalosewerte aufweisen, ist der Standardfehler auch sehr hoch (Abb. 4). Wodurch diese hohe intraspezifische Schwankungsbreite verursacht ist, ist uns nicht bekannt. Es sind zwar relativ viele Zikaden von Ektoparasiten befallen, was wie bereits erwähnt den Trehalosegehalt in der Hämolymphe erhöht. Derartige Tiere wurden aber im Allgemeinen von uns nicht verwendet. In jedem Fall erscheint es sinnvoll, die Arten mit hohem Standardfehler bei der Interpretation der Ergebnisse nicht zu berücksichtigen.

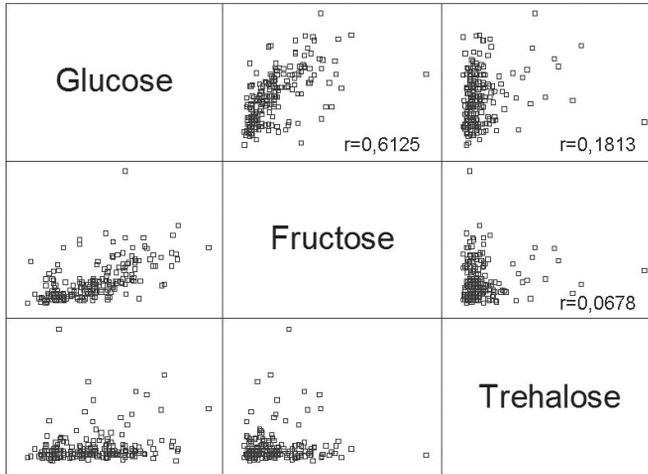
Relativ niedrige relative Trehalosegehalte (unter 0,2 %) weisen demnach die fulgoromorphen Delphacinae und Dictyopharinae auf, aber auch die cicadomorphen Agalliinae, Aphrophorinae, Cicadellinae und Aphrodinae. Deltoccephalinae und Typhlocybiniae liegen meist über 0,2 %, aber generell sind die Werte zwischen den einzelnen Unterfamilien nicht so deutlich getrennt, wie das z. B. für die Glucose beobachtbar ist. Auch lässt sich kein unmittelbarer Zusammenhang mit den postulierten Ernährungsformtypen feststellen, was besonders bei der Analyse der einzelnen Arten auffällt. Beispielsweise unterscheidet sich der Trehalosegehalt der Typhlocybiniae *Chlorita paolii* nicht wesentlich von dem von *Zyginidia pullula*, während beim Glucose- und Fructosegehalt hier bedeutende Unterschiede vorliegen, die auch aufgrund des vermutlich unterschiedlichen Ernährungsformtyps (NICKEL 2003) der beiden Arten erwartet werden kann.

### **Korrelation der verschiedenen Zuckergehalte**

Wenn die Konzentration aller drei Zucker durch den gleichen Faktor beeinflusst wird, also z. B. durch die Zuckermenge, die mit der Nahrung aufgenommen wird, dann sollte es zwischen den Zuckergehalten zu einer nennenswerten Korrelation kommen. Abb. 5 zeigt, dass das teilweise auch tatsächlich der Fall ist.

Eine verhältnismäßig hohe Korrelation ergibt sich aber nur für Glucose und Fructose ( $r=0,6$ ), nicht aber für Glucose und Trehalose ( $r=0,18$ ) oder Fructose und Trehalose ( $r=0,07$ ). Die Trehalosekonzentration scheint daher von den anderen beiden untersuchten Zuckern nahezu unabhängig zu sein. Wahrscheinlich wird der Trehalosegehalt in der Hämolymphe genau kontrolliert und hängt mehr vom aktuellen Bedarf ab und nicht so sehr vom Zuckergehalt der Nahrung. Unter der Annahme, dass ein Zusammenhang zwi-





**Abb. 5:** Korrelation zwischen den Gehalten verschiedener Zucker relativ zum Körpergewicht. Für die Analyse wurden sämtlich AE berücksichtigt.

### Literatur

- BECKER A., SCHLODER P., STEELE J.E. & G. WEGENER (1996): The regulation of trehalose metabolism in insects. – *Experientia* **52** (2): 433-439.
- BOSCO D., GALETTO L., LEONCINI P., SARACCO P., RACCAH B. & C. MARZACHI (2007): Interrelationships Between "Candidatus Phytoplasma asteris" and Its Leafhopper Vectors (Homoptera: Cicadellidae). – *Journal of Economic Entomology* **100** (5): 1504-1511.
- CLEGG J.S. (1965): The origin of trehalose and its significance during the formation of encysted dormant embryos of *Artemia salina*. – *Comp. Biochem. Physiol.* 1965, **14**: 135-143.
- DILL M., WILLIAMS D.J. & U. MASCHWITZ (2002): Herdsmen ants and their mealybug partners. – *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft* **557**: 1-373.
- FORBES A.R. & J. RAINE (1973): The stylets of the six-spotted leafhopper, *Macrosteles fascifrons* (Homoptera: Cicadellidae). – *Can. Ent.* **105**: 559-567.
- GAEDIKE R. & C.L. HAUSER (2003): Ordnung Lepidoptera. – In: DATHE H.H. (Hrsg.), *Lehrbuch der Speziellen Zoologie I, Wirbellose Tiere 5, Insecta*.
- GOODCHILD A.J.P. (1963): Some new observations on the intestinal structures concerned with water disposal in sap – sucking Hemiptera. – *Trans. R. ent. Soc. Lond.* **115**: 217-237.
- GOODCHILD A. J. P. (1966): Evolution of the alimentary canal in the Hemiptera. – *Biol. Rev.*, **41**: 97-140.

- GOYAL K., BROWNE J.A., BURNELL A.M. & A. TUNNAcliffe (2005): Dehydration-induced tps gene transcripts from an anhydrobiotic nematode contain novel spliced leaders and encode atypical GT-20 family proteins. – *Biochemie* **87**: 565-574.
- HOGENHOUT S.A., OSHIMA K., AMMA E., KAKIZAWA S., KINGDOM H.N. & S. NAMBA (2008): Phytoplasmas: bacteria that manipulate plants and insects. – *Molecular Plant Pathology* **9** (4): 403-423.
- ITOWSKA K. & E. LOPIENISKA-BIERNAT (2006): Content of glycogen and trehalose and activity of  $\alpha$ -amylase and trehalase in *Galleria mellonella* larvae infected with entomopathogenic nematodes *Steinernema affinis* and *S. feltiae*. – *Wiad. Parazytol.* **52** (2): 103-107.
- KUNKEL H. (1967): Systematische Übersicht über die Verteilung zweier Ernährungsformtypen bei den Sternorrhynchen (Rhynchota, Insecta). – *Z. angew. Zool. Berlin* **54**: 37-74.
- NICKEL H. (2003): The leafhoppers and planthoppers of Germany. – Pensoft Publishers, Sofia-Moscow.
- RIEDLE-BAUER M., SARA A. & F. REGNER (2008): Transmission of a stolbur phytoplasma by the Agalliinae leafhopper *Anaceratagallia ribauti* (Hemiptera, Auchenorrhyncha, Cicadellidae). – *J. of Phytopathol.* **156**: 687-690.
- SAKURAI M., FURUKI T. AKAO A., TANAKA D., NAKAHARA Y., KIKAWADA T., WATANABE M. & T. OKUDA (2008): Vitrification is essential for anhydrobiosis in an African chironomid, *Polydora vanderplanki*. – *Proc. Nat. Aca. Sci. USA* **105**: 5093-5098.
- SAXENA K.N. (1955): The anatomy and histology of the digestive organs and malpighian tubes of the Jassidae (Homoptera). – *J. Zool. Soc. India* **7**: 41-52.
- SOOK CHUNG J. (2008): A trehalose 6-phosphate synthase gene of hemocytes of the blue crab, *Callinectes sapidus*: cloning, the expression, its enzyme activity and relationship to hemolymph trehalose levels. – *Saline Systems* **4**: 18. doi:10.1186/1746-1448-4-18.
- TIEFENBRUNNER W., BATUSIC M., RIEDLE-BAUER M., TIEFENBRUNNER A. & M. TIEFENBRUNNER (2010): Physiologische und morphometrische Untersuchungen an Auchenorrhyncha (Hemiptera) in Zusammenhang mit der Ernährungsformtypen – Zuordnung. – *Entomofauna* **31** (22): 341-364.
- WYATT G.R. & G.F. KALF (1957): The chemistry of insect hemolymph; II. trehalose and other carbohydrates. – *J. Gen. Physiol.*: 833-847.

Anschriften der Verfasser:

Maria BATUSIC & Wolfgang TIEFENBRUNNER

Bundesamt für Weinbau,

Gölbeszeile 1,

7000 Eisenstadt, Austria

Monika RIEDLE-BAUER

Höhere Bundeslehranstalt u. Bundesamt f. Wein- und Obstbau,

3400 Klosterneuburg, Austria

Astrid TIEFENBRUNNER

Logistic Management Service, Rosenstrasse 7,

80331 Munich, Germany

E-Mail-Korrespondenz: [w.tiefenbrunner@bawb.at](mailto:w.tiefenbrunner@bawb.at)

## Buchbesprechung

**WIRTH, C., GLEIXNER, G., HEIMANN, M. (eds): Old-Growth Forests. Function, Fate and Value. - Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. 512 S.**

Dieser umfangreiche Band aus der Reihe "Ecological Studies" beschäftigt sich mit "alten Waldbeständen" und ihrer Funktion im Vergleich zu jüngeren und bewirtschafteten Wäldern. Forschungen der letzten beiden Jahrzehnte haben gezeigt, dass alte Wälder nicht "überreif", "überaltert", "weniger produktiv" oder "weniger stabil" sind als jüngere Waldstadien.

Gegliedert ist das Buch in sechs Teile: "Introduction", "Aboveground Processes", "Belowground Processes", "Biomes", "Human Dimensions" und "Synthesis" mit insgesamt 21 Originalbeiträgen. Die meisten dieser Artikel präsentieren neue Originaldaten und umfangreiche Meta-Analysen, basierend auf großen Datensätzen, die bisher in dieser Form noch nicht im Kontext alter Waldbestände evaluiert wurden.

Die einführenden Arbeiten geben einen Überblick und versuchen die Frage zu klären, was alte Waldbestände denn eigentlich sind; zur Klärung werden strukturelle, sukzessionale und biogeochemische Definitionen diskutiert. Die "Aboveground processes" beinhalten ausschließlich Artikel mit funktionalen Inhalten, u.a. ökophysiologische Aspekte, die Modellierung von Carbon-Balancen, funktionelle Beziehungen von canopy, understorey light und Vegetationsdynamiken, Austausch zwischen Biosphäre und Atmosphäre sowie die Bedeutung von woody detritus für die Carbon-Dynamik. Auch die "Belowground processes" werden durch Artikel dominiert, in denen Modelle aufgestellt werden. Im vierten Teil "Biomes" werden alte Waldbestände aus Kanada, USA, Europa und Südamerika (inkl. tropischer Regenwälder) vorgestellt. Die drei Beiträge in "Human Dimensions" beschäftigen sich mit der Erfassung intakter Wälder vom All aus, dem Einfluss der Landnutzung und die "politische Dimension" im Rahmen internationaler Umweltabkommen. Der letzte Abschnitt "Synthesis" gibt eine Zusammenfassung bezüglich struktureller Komplexität, Funktionalität und long-term trends.

Insgesamt eine sehr anspruchsvolle Lektüre zur Waldökologie, die v.a. für Wissenschaftler von Bedeutung ist, die sich mit Waldökosystemen, Klimawandel und Umweltproblematik beschäftigen.

R. GERSTMEIER

---

Druck, Eigentümer, Herausgeber, Verleger und für den Inhalt verantwortlich:

Maximilian SCHWARZ, Konsulent f. Wissenschaft der Oberösterreichischen Landesregierung, Eibenweg 6, A-4052 Ansfelden, E-Mail: [maximilian.schwarz@liwest.at](mailto:maximilian.schwarz@liwest.at).

Redaktion: Erich DILLER, ZSM, Münchhausenstraße 21, D-81247 München;  
Roland GERSTMEIER, Lehrstuhl f. Tierökologie, H.-C.-v.-Carlowitz-Pl. 2, D-85350 Freising  
Fritz GUSENLEITNER, Lungitzerstr. 51, A-4222 St. Georgen/Gusen;  
Wolfgang SCHACHT, Scherrerstraße 8, D-82296 Schöngeising;  
Wolfgang SPEIDEL, MWM, Tengstraße 33, D-80796 München;  
Thomas WITT, Tengstraße 33, D-80796 München.

Adresse: Entomofauna, Redaktion und Schriftentausch c/o Museum Witt, Tengstr. 33, 80796 München, Deutschland, E-Mail: [thomas@witt-thomas.com](mailto:thomas@witt-thomas.com); Entomofauna, Redaktion c/o Fritz Gusenleitner, Lungitzerstr. 51, 4222 St. Georgen/Gusen, Austria, E-Mail: [f.gusenleitner@landesmuseum.at](mailto:f.gusenleitner@landesmuseum.at)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Entomofauna](#)

Jahr/Year: 2011

Band/Volume: [0032](#)

Autor(en)/Author(s): Batusic Maria, Riedle-Bauer Monika, Tiefenbrunner Astrid, Tiefenbrunner Wolfgang

Artikel/Article: [Untersuchung einiger Mono- und Disaccharidkonzentrationen in Auchenorrhyncha \(Hemiptera\) in Zusammenhang mit der Ernährungsformtypen - Zuordnung 1-16](#)