



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



شهد و زنبور عسل

ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

بهرزاد رفاهی



فهرست مطالب

✓ شهد چیست و چگونه تولید می شود؟



✓ ترکیبات و ساختار شیمیایی شهد

✓ نوشجای و غدد تولیدی شهد

✓ مهمترین گیاهان مولد شهد

شهد

شهد یا **نکتار** (nectar) مایعی مملو از قند است که درون گل‌ها، به منظور جذب جانوران گرده‌افشان تولید می‌گردد و یا در خارج از گل‌ها برای تغذیه جاندارانی که با گیاه رابطه همیاری دارند تولید می‌گردد.

شهد توسط غدد شهددان یا (nectary) تولید می‌گردد



شهدان Nectary

شهدان در قسمت های مختلفی از گیاه وجود دارد که بسته به محل قرار گیری آن به دو نوع شهدان های گل (floral) و خارج گل (extrafloral) تقسیم بندی میشوند. معمول ترین نوع شهدان همان نوع مستقر در گل می باشد. شهدان های واقع در گل عمومیت بیشتری در گیاهان دارند اما شهدان های خارج از گل در گیاهان محدودی یافت می شوند. این دو نوع شهدان به لحاظ منبع ترکیبات شهد، ساختار آناتومیکی و نحوه ترشح مواد، متفاوت هستند اما به لحاظ نوع عملکردی که در گیاه دارند یکسان هستند. در واقع تکامل ساختاری شهدان در طول دوره تکامل گیاهان در جهت سازگاری بیشتر با جانوران و حشرات گرده افشان بوده است. به منزله پاداشی در ازای انتقال گرده و بالطبع جهت تکثیر و گسترش هرچه بیشتر گیاهان بی تحرک و ساکن.

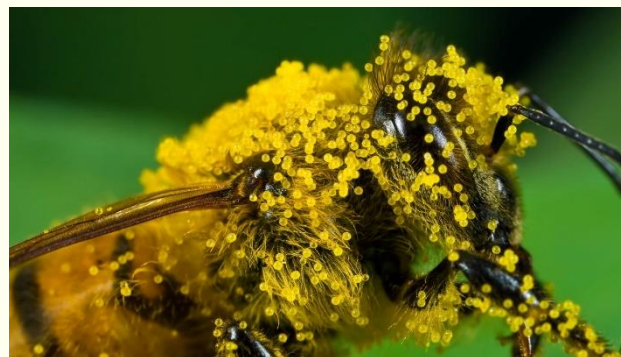


زنبور عسل در ازای انتقال گرده ها پاداشی به شیرینی شهد دریافت می کند

دریافت شهد از شهدان های گل
توسط زنبور عسل



انتقال گرده در حین جمع آوری شهد



بهترین نوع رابطه همزیستی در طبیعت

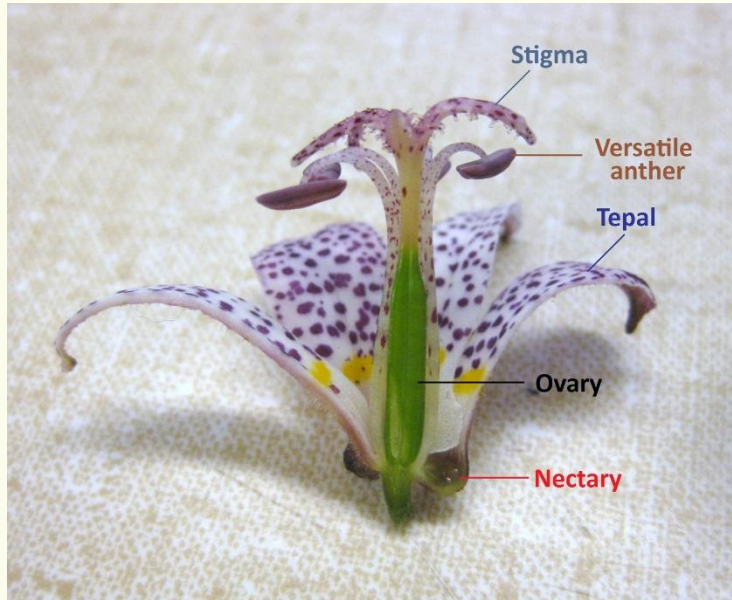
شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



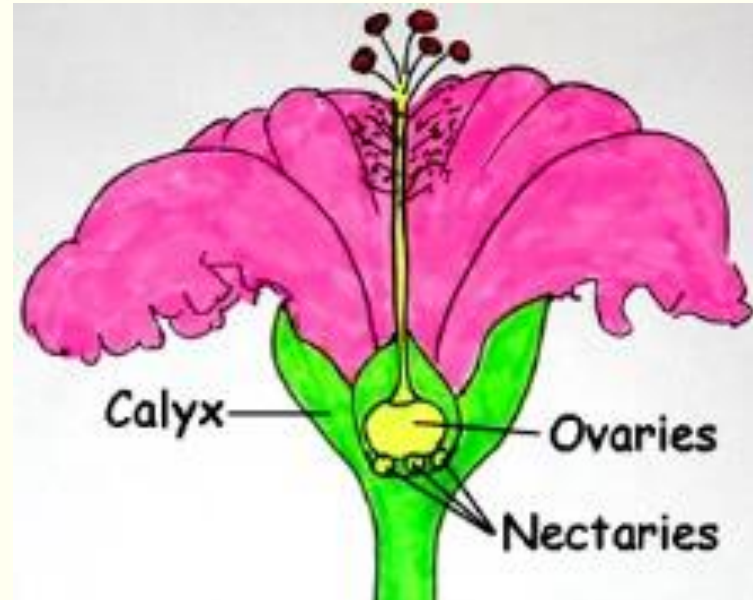
شهدان خارج گل



شهدان گل Floral



محل قرارگیری شهدان گل

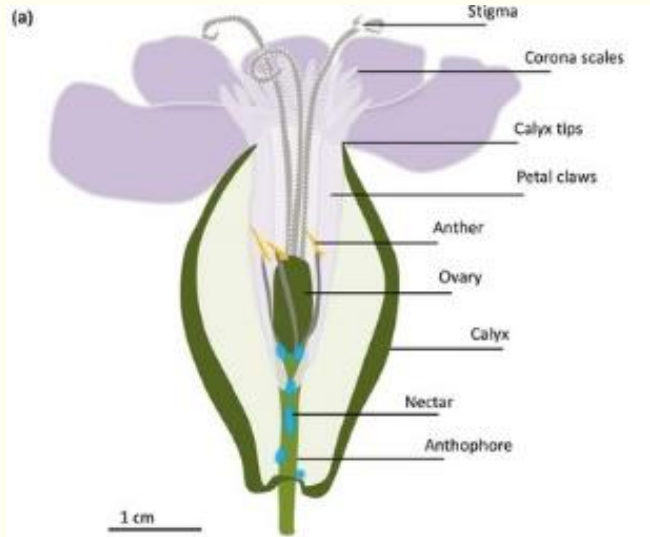


غدد تولیدی شهد واقع شده در قاعده تخمدان

این نوع شهدان بسیار معمول تر بوده و در بخش های مختلف گل همچون تخمدان ، پرچم و .. وجود دارند. شهدان گل به لحاظ حجم مواد ترشحي نیز از شهدان خارج گل متمایز هستند

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee





محل قرار گیری شهددان و محل ذخیره شهد



شهددان گل در خانواده گلسرخیان



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

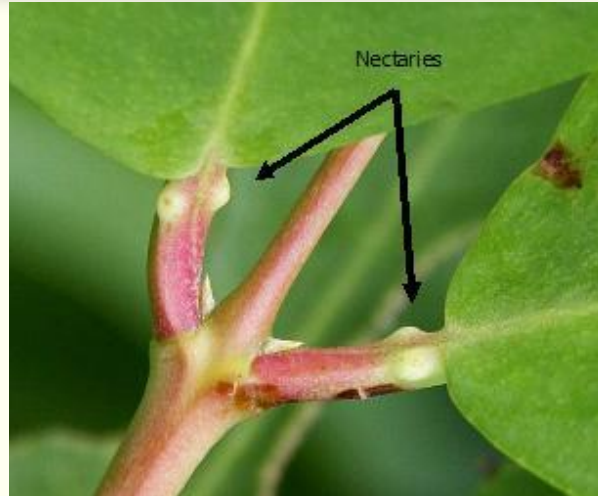
مقایسه شهدان گل و خارج از گل

شهدان های خارج گل	شهدان های گل	
پاداشی در جهت دفاع از گیاه در برابر عوامل خسارت زا	پاداشی در جهت انتقال گرده	عملکرد
معمولا در برگ ها، خارها، دمبرگ ، میوه های نابالغ و ..	در بخش های مختلف گل: تخمدان، پرچم، کاسه گل، جام گل نهنج	موقعیت
عمدتا مورچه ها	حشرات، پرندگان، جانوران کوچک (خفاش ها)	مصرف کنندگان شهد
از چندین روز تا چند هفته	از چندین ساعت تا چند روز	مدت زمان ترشح
عمدتا چند میکرولیتر در هر روز	کمتر از ۱ میکرولیتر تا چند میلی لیتر متناسب با حجم پارانشیم شهددان	مقدار شهد ترشحي
تنوع فیزیکیوشیمیایی شهد بسیار پایین چون تنها مورچه ها مصرف کننده شهد هستند	ویژگی های شیمیایی و فیزیکی بسیار متفاوت بسته به نوع مصرف کننده شهد	تنوع کیفیت شهد



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

شهدان خارج گل Extrafloral

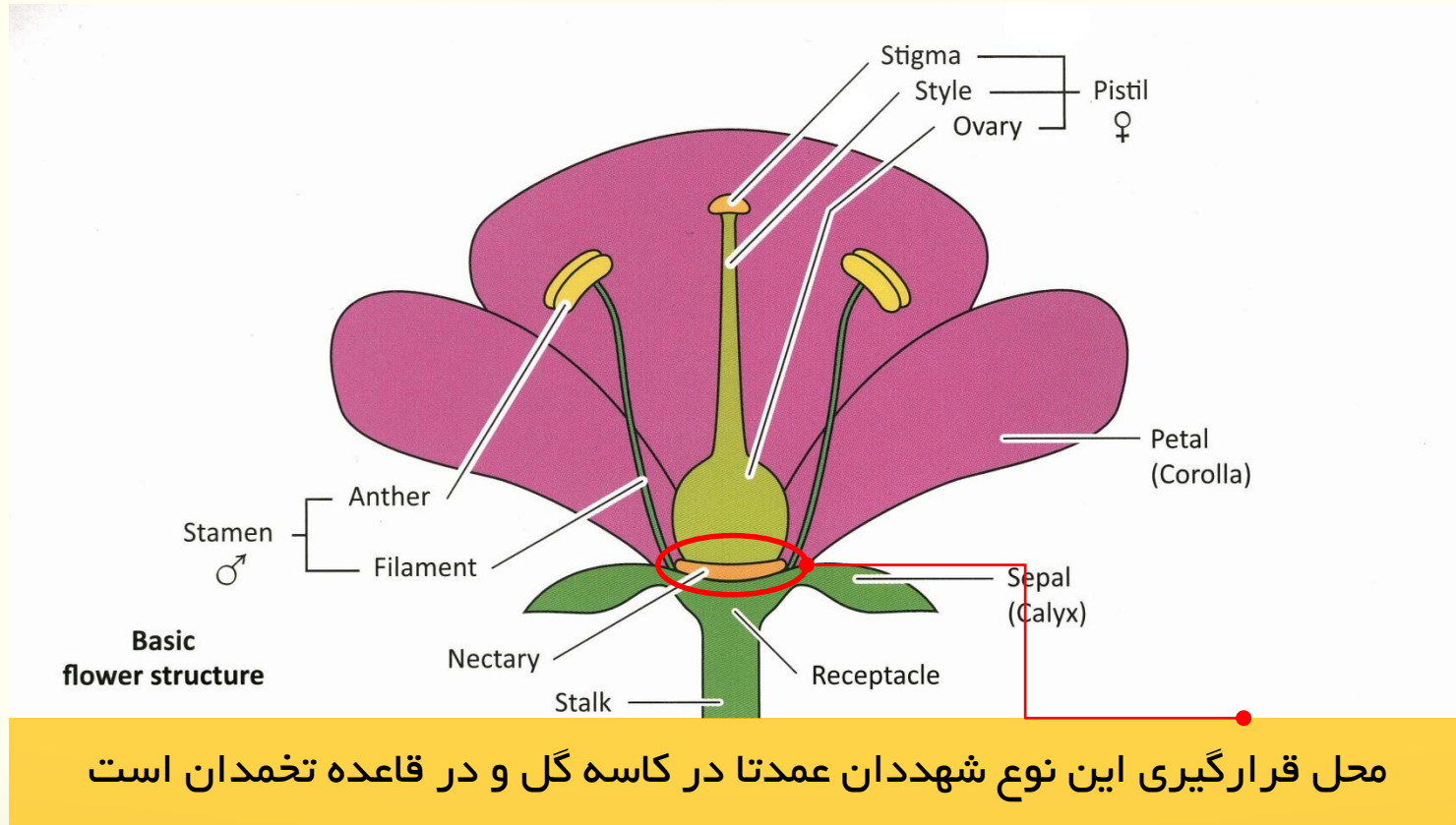


میزبان این نوع شهدها عمدتاً مورچه ها هستند و در درخت گیلاس نمونه تیبیک این نوع شهدان دیده می شود.

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل Floral



محل قرارگیری این نوع شهدان عمدتاً در کاسه گل و در قاعده تخمدان است



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

شهدان گل Floral

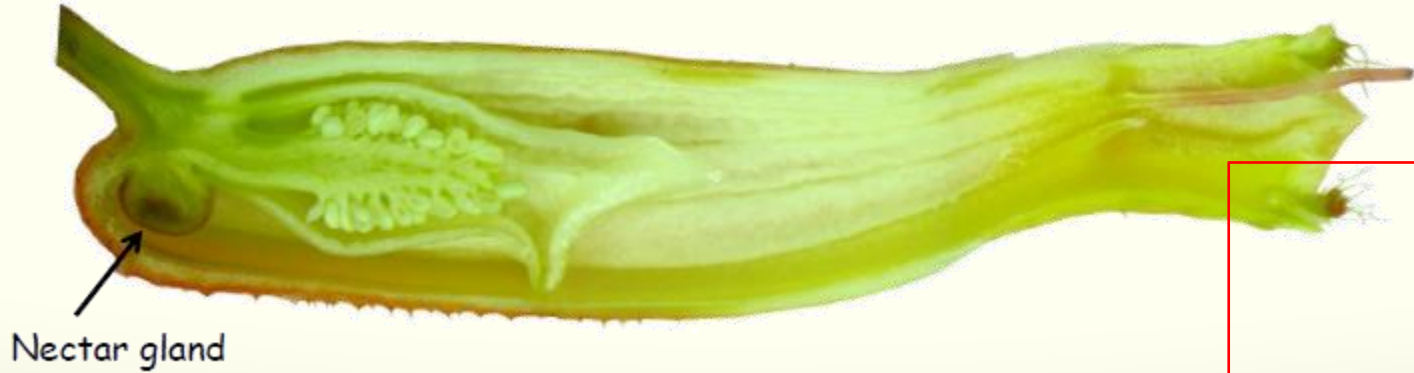


تغذیه مورچه ها از شهد تولیدی توسط شهدان های گل

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل Floral



● محل قرار گیری این شهدان ها در گل بسیار متنوع است ●

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل در گل های ماده موز

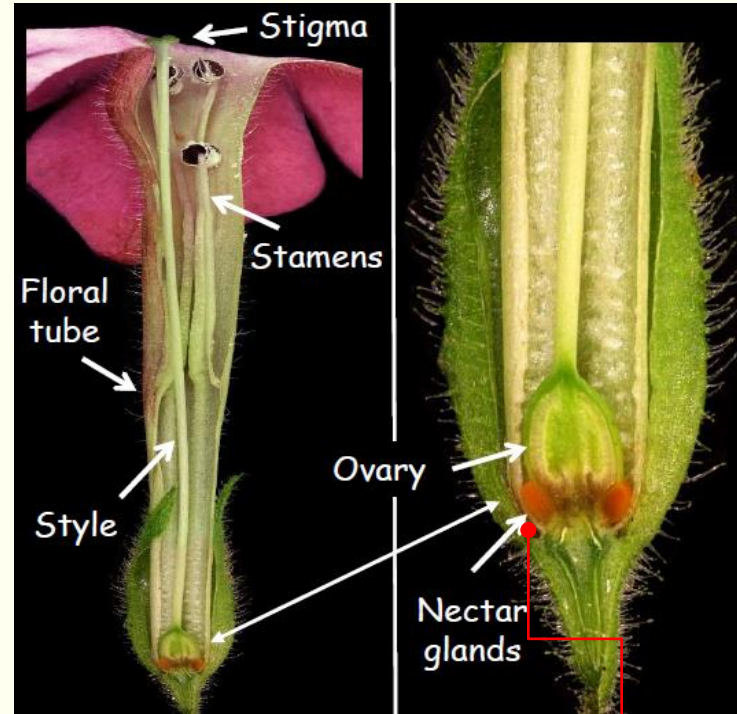


قطرات شهد ترشح شده از غدد تولید کننده شهد

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل در گل های تنباکو

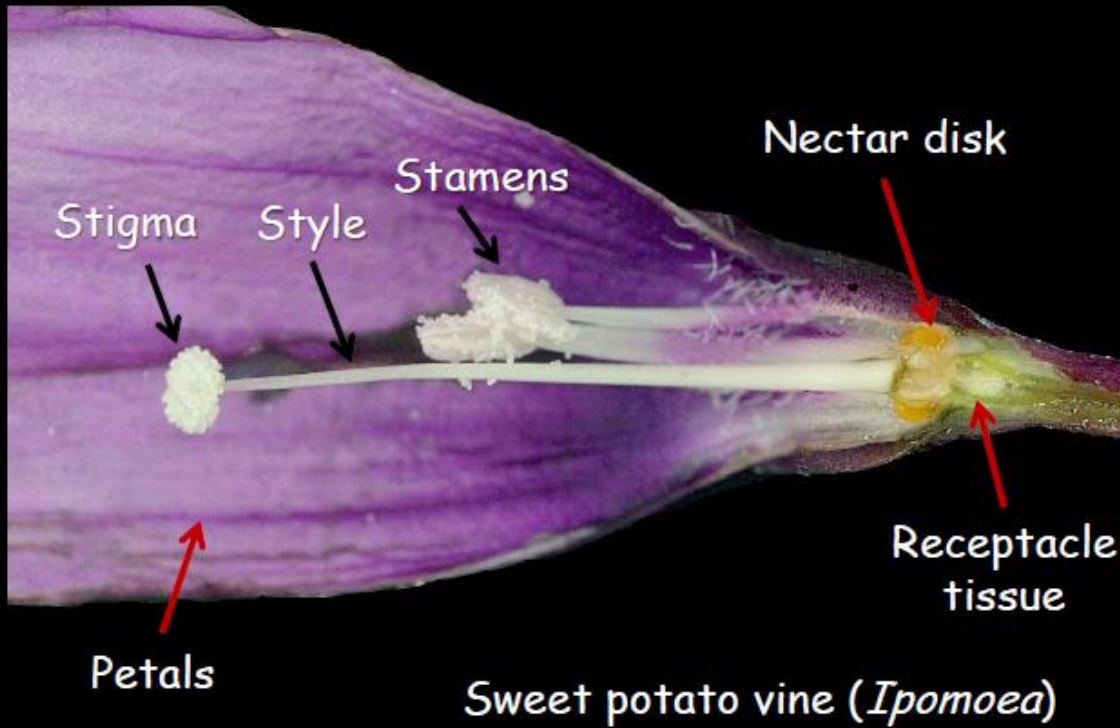


گل های تنباکو نمونه تیپیک گل های لوله ای همراه با شهددان هستند

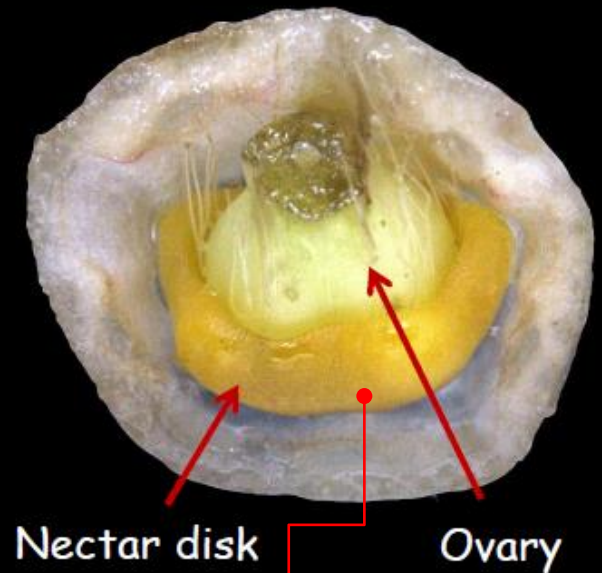


شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

شهدان گل به صورت دیسکی



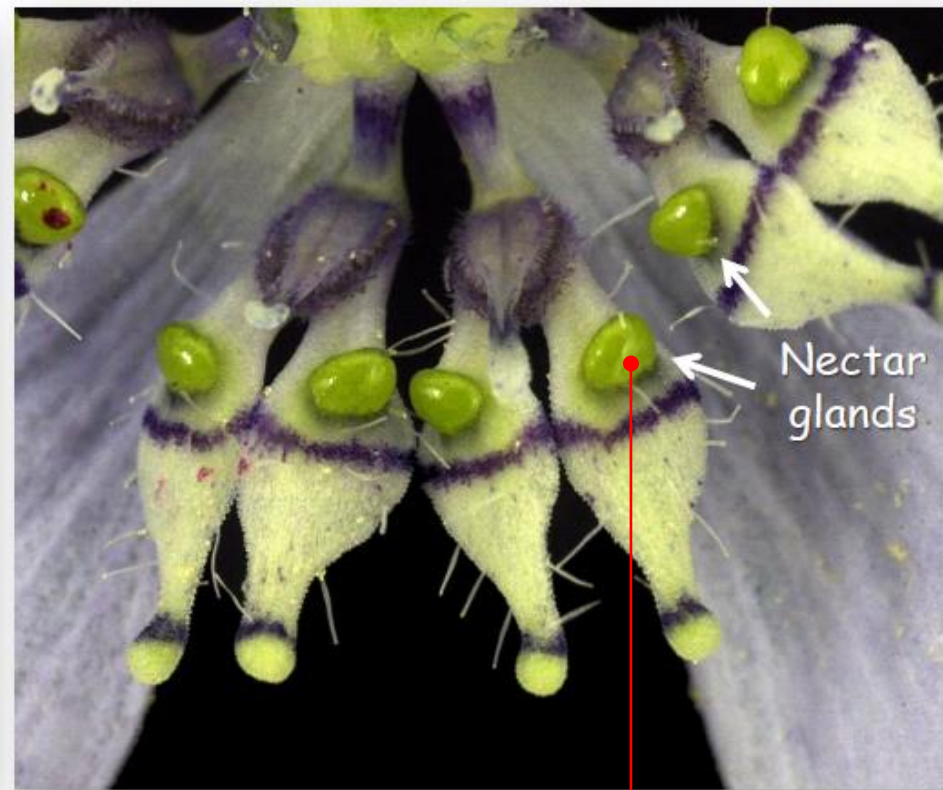
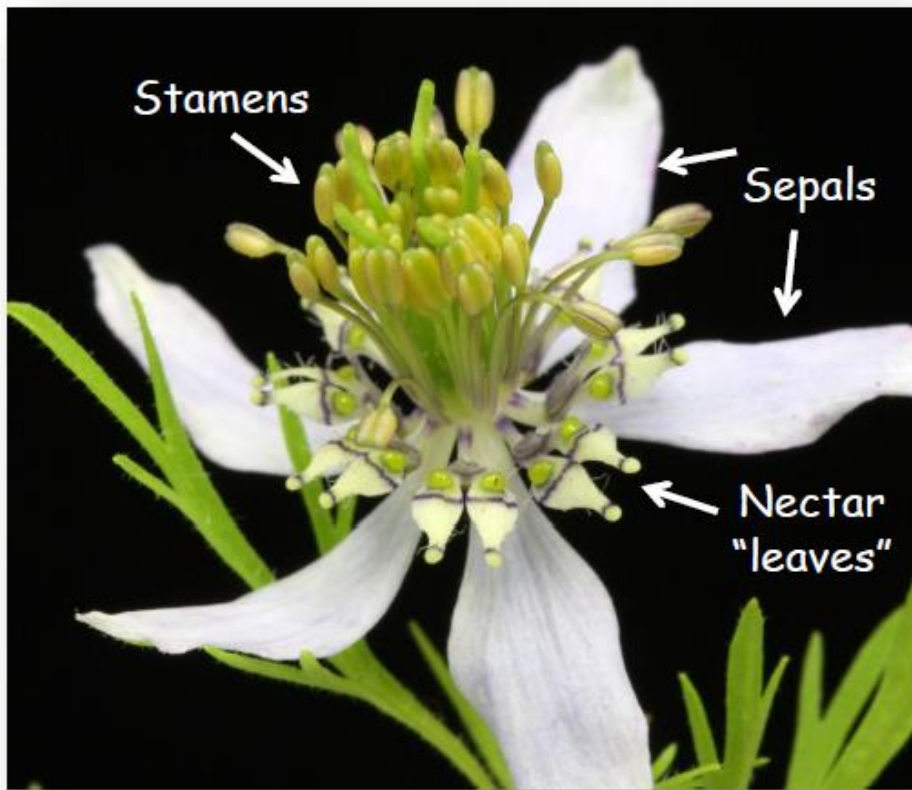
Flower with petals and stamens, style and stigma removed.



در بعضی از گونه ها شهددان ها آرایش دیسکی حلقه ای دارند

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

شهدان گل درسیاه دانه

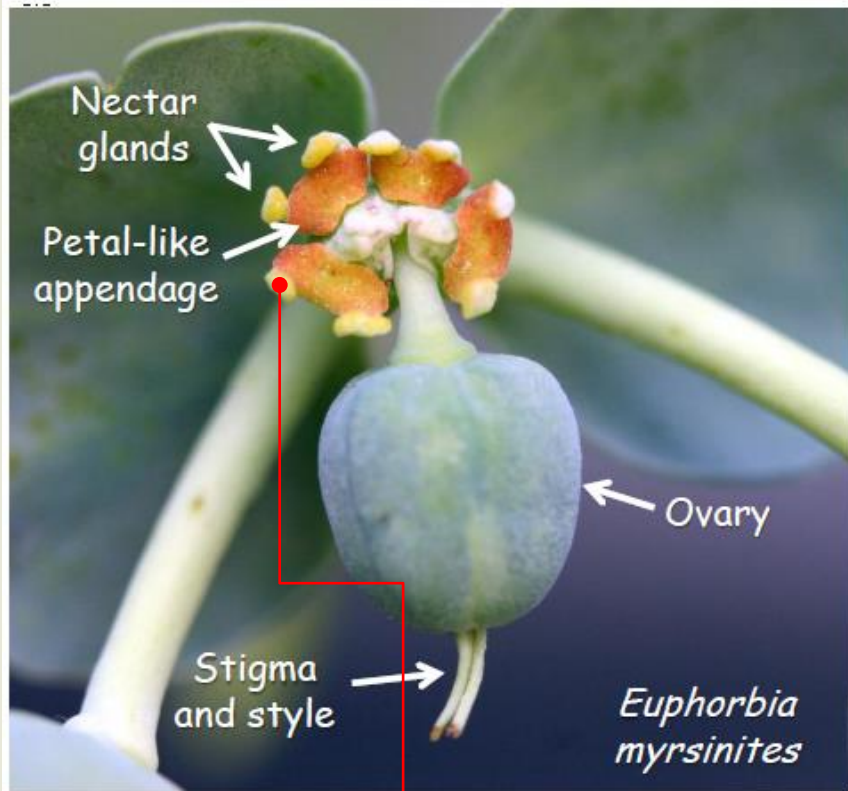


نوع خاصی از شهدان در گیاه سیاه دانه تکامل یافته است

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل در جنس افوربیا



• غدد شهد بر روی اندام های گلبرگ مانند در جنس افوربیا •



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

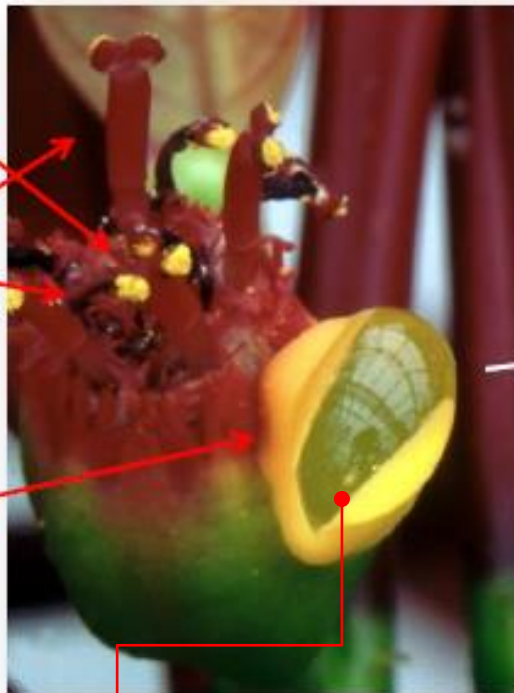
شهدان گل در جنس افوریا

Cyathium

Ovary

Staminate
flowers

Nectar
gland



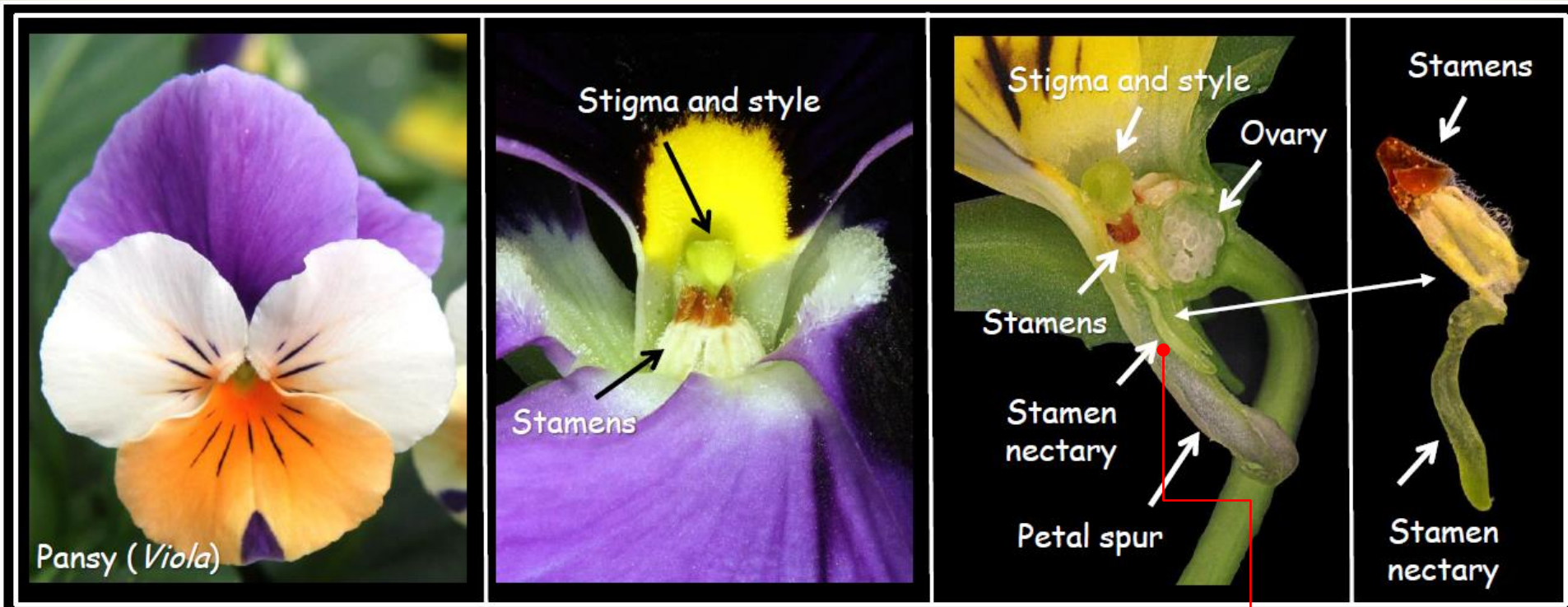
Bracts

غدد شهد بر روی سیاتیوم در جنس افوریا

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



شهدان گل بر روی پرچم



در بعضی از گیاهان غدد شهد بر روی پرچم استقرار یافته است

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

تفاوت عسلک با شهد

بعضی از حشرات از جمله شته ها، پسیل ها، سفید بالک ها و .. با فرو کردن خرطوم خود به درون آوند های گیاهان از شیره گیاهی تغذیه می کنند و پروتئین شیره آوندی را جذب و باقی مواد را دفع می کنند که این ماده دفعی سرشار از کربوهیدرات ها به خصوص سوکروز، فروکتوز و گلوکوز است و این ماده شیرین توسط حشراتی همچون مورچه ها و گاهی توسط زنبور عسل جمع آوری می شود. در حالی که شهد توسط غدد داخل گیاه تولید شده و از عسلک متمایز می باشد



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

ترکیبات شهد

01	50-75% آب	عناصر معدنی	04
02	20-24% قندها	چربی	05
03	آمینواسید و پروتئین	ترکیبات ثانویه	06

01 آب بیشترین ماده موجود در شهد می باشد و بسته به نوع گیاه، زمان و ساختار شهددان ها این میزان می تواند متفاوت باشد ✓

02 بیشترین مقدار وزن خشک شهد را قندها تشکیل می دهند که این میزان می تواند از ۷ تا ۷۰ درصد وزنی - وزنی شهد را شامل شود ✓

03 آمینواسیدها و پروتئین ها بعد از کربوهیدرات ها بیشترین درصد املاح موجود در شهد را تشکیل می دهند ✓

04 اطلاعات در مورد مقدار و تنوع عناصر معدنی موجود در شهد بسیار کم و متغییر است. مقدار عناصر معدنی موجود در شهد نقش مهمی در جذب گرده افشان ها دارد ✓

05 چربی ها میزان انرژی بسیار بالاتری نسبت به کربوهیدرات ها در اختیار گرده افشان ها قرار میدهند ولی میزان این مواد در شهد بسیار ناچیز است ✓

06 ترکیبات اسیدی همچون فنول ها و آلکالوئیدها به صورت انتخابی در مورد گرده افشان ها عمل می کنند و نقش بسیار مهمی در جذب و دفع گرده افشان ها دارند ✓

سایر مواد از جمله ویتامین ها، آنتی اکسیدانت ها، ترپنوئیدها و .. نیز در شهد به میزان بسیار کمی در شهد وجود دارند

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



آب

میزان آب موجود در شهد در بین گونه های مختلف گیاهی و حتی یک گیاه در زمان ها و شرایط دمایی متفاوت بسیار متغییر است. به طور کلی میزان آب موجود در شهد در رنج حدود ۵۰ تا ۹۰ درصد کل حجم شهد تولیدی قرار دارد که البته این مقدار نیز بسیار متغییر خواهد بود . چون با یک تنش دمایی در فصل تولید شهد میزان آب موجود در شهد دستخوش تغییرات زیادی قرار می گیرد و یا در صورت آبیاری و یا باران میزان آب شهد افزایش یافته و بالطبع میزان غلظت املاح و مواد معدنی موجود در شهد کاهش یافته . به طور کلی تنش هایی که باعث تغییر در این میزان آب شهد شوند تاثیر بسزایی در جذب گرده افشان ها به گل دارند چون میزان املاح و عناصر غذایی تولیدی توسط غدد شهددان و فراهم شده توسط آوند های آب کش تا حدودی ثابت است.



آب



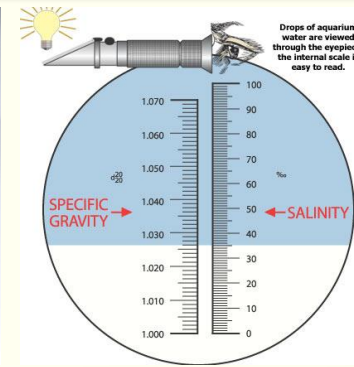
به طور میانگین میزان آب موجود در شهد از 50-75% متغییر است

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



غلظت شهد

به طور معمول میزان غلظت شهد بر صورت درصد وزنی وزنی W/W % محاسبه می گردد و از آنجایی که بیشترین مقدار وزن خشک شهد را قندها تشکیل می دهند میزان غلظت قندها محاسبه می گردد. معمولا این مقدار در گونه های گیاهی بسیار متغییر است به طور مثال میزان غلظت قند در گیاه زیره سیاه در حدود ۶۶.۵% در حالی که در گیاه صبر زرد کمتر از ۱۰% است. که البته این میزان گاه در گیاهان موجود در یک خانواده و یک جنس نیز دستخوش تغییر است.



دستگاه رفرکتومتر جهت اندازه گیری درصد وزنی وزنی غلظت شهد استفاده می شود

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee



قندها

Suger

معمولا گرده افشان هایی همچون زنبورعسل به دلیل وجود **میزان قند** موجود در شهد جذب گیاهان می شوند که البته سایر عوامل از جمله رنگ کاسبرگ و گلبرگ ها و **بو** نیز در این امر دخیل هستند . البته تحقیقات جدید ثابت کرده است میزان و حضور بعضی از مواد از جمله ترکیبات ثانویه، و گاه **کافئین** در جذب زنبورعسل موثر هستند و بعضی گیاهان با تولید مقادیری از کافئین در جلب هرچه بیشتر زنبورهای عسل و وفاداری این حشره به گل های خاص نقش بسزایی دارند. شهدهای دارای غلظت بالاتر قند بیشتر **مورد علاقه** زنبورعسل هستند



قندها

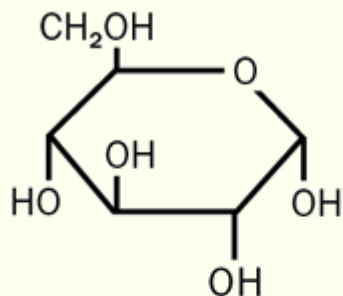
قندهای مهم

به طور معمول ترکیبات قند موجود در شهد از قندهای ساده تشکیل شده است که قندهای ساکارز (دی ساکارید) و گلوکوز و فروکتوز (مونوساکارید) بیشترین غلظت و مقدار حجم کربوهیدرات های شهد را دارا هستند. دو قند مونوساکارید گلوکوز و فروکتوز از قند دی ساکارید ساکارز مشتق شده اند و توسط آندهای آب کش و یا غدد شهددان تولید می گردند.

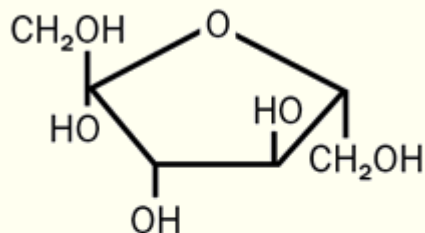
علاوه بر ساکارز، فروکتوز و گلوکز قندهای دیگری از جمله مانوز، آرابینوز، زایلوز (مونوساکارید) و مالتوز و ملوبیوز (دی ساکارید) در مقادیر بسیار کم در شهد یافت می شوند. البته الیگوساکارید هایی همچون رافینوز، ملوزیتوز، سوربیتول و .. نیز به ندرت در شهد وجود دارند. که البته در انتخاب و جذب زنبور عسل این قندها بسیار کم تاثیر هستند و بیشترین تاثیر در زنبور عسل را قندهای ساکارز، گلوکوز و فروکتوز دارند.

قندها

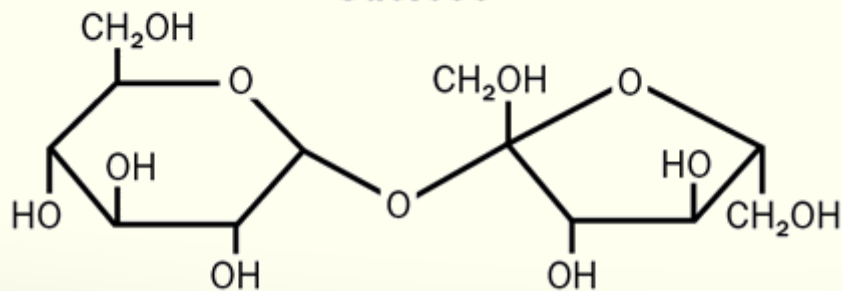
Glucose



Fructose

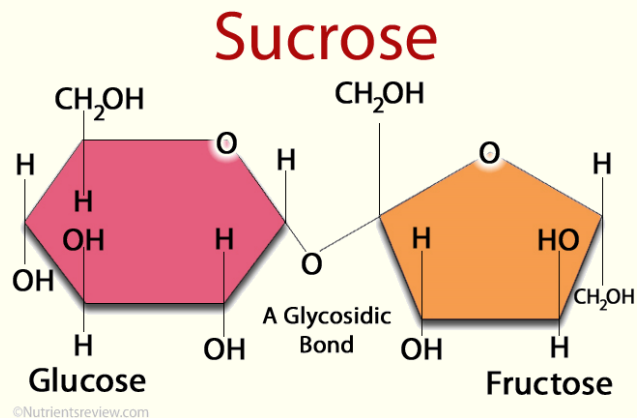


Sucrose



طی یک واکنش آنزیمی زنبور عسل با آنزیم اینورتاز ساکارز را به قندهای گلوکوز و فروکتوز تبدیل می کند. در خود شهد میزان قابل توجهی از آنزیم اینورتاز وجود دارد و این واکنش در شهددان ها نیز صورت می گیرد.

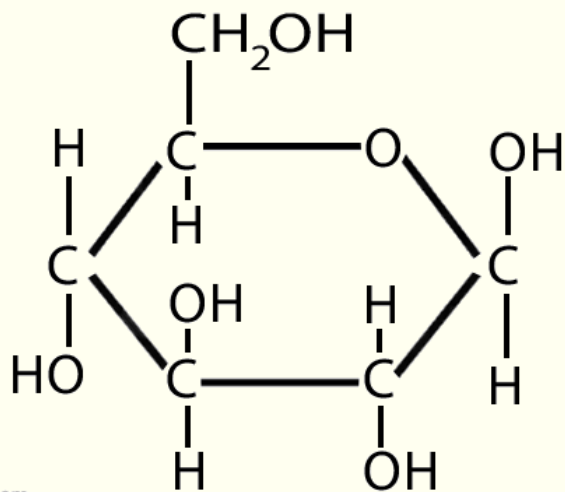
قندها - ساکارز



این ترکیب آلی دی ساکارییدی است که از گلوکز و فروکتوز تشکیل شده است. ساکارز در نیشکر و چغندر قند یافت می شود.

قندها - گلوکوز

Glucose

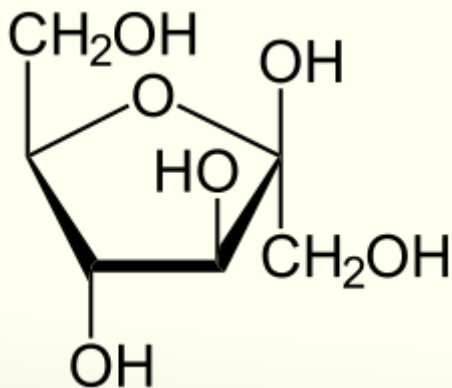


©Nutrientsreview.com

گلوکز یک مونوساکارید
شش کربنه است که به
قند خون معروف شناخته
می شود. تمام فرم های
گلوکز، بدون رنگ بوده و
به راحتی در آب، استیک
اسید و چند حلال دیگر
حل می شوند

قندها – فروکتوز

فروکتوز یک مونوساکارید **شش کربنه** است. این کتوز، یکی از سه سوخت اصلی بدن انسان است. نام دیگر آن لولز است و در تمامی میوه‌های شیرین مانند انگور، گلابی، سیب و... یافت می‌شود. زنبور عسل طی فرایندی با ترشح آنزیم‌هایی مانند اینورتاز نکتار (شهدهای گیاهی) جمع‌آوری شده را فرآوری می‌کنند و قندهای نکتار را (مانند ساکارز) به فروکتوز و گلوکز تبدیل می‌کنند. عسل حاصله حاوی حدوداً " ۳۴٪ فروکتوز می‌باشد. **معمولاً در عسل‌های طبیعی و شهد گیاهان میزان فروکتوز بیشتر از گلوکز می‌باشد.** فروکتوز قند مفیدی است که از بروز بعضی بیماری‌های مزمن جلوگیری می‌کند.



فروکتوز شیرین‌ترین
کربوهیدرات طبیعی
است. فروکتوز ۱.۷۳
برابر شکر و ۲ تا ۲.۵
برابر شیرین‌تر از
گلوکز است

قندها

میزان سه قند مهم ساکارز، گلوکز و فروکتوز در شهد گیاهان بسیار متغییر بوده اما در یک اصل کلی سعی گیاه بر این است تا با تبدیل ساکارز به قندهای ساده تری مثل **فروکتوز** و **گلوکز** میزان **محبوبیت** شهد گل را برای گرده افشان هایی همچون **زنبورعسل** افزایش دهند. قسمتی از این پروسه توسط غدد شهددان که مستقیماً با تولید فروکتوز و گلوکز انجام می گیرد و ساکارزی هم که توسط آنند آبکش از طریق پارانشیم به شهددان ها اضافه شده است طی واکنش آنزیمی و با حضور آنزیم **اینورتاز** به قندهای ساده تر تبدیل می شوند.

وجود این منابع غذایی **پرانرژی** در شهد، فعالیت سایر میکروارگانیسم ها از جمله **باکتری** ها و قارچ ها را در پی دارد. به عنوان مثال در فصل شکوفه دهی درختان میوه دانه دار باکتری *Erwinia amylovora* (عامل بیماری مخرب سوختگی آتشی - آتشک) با تغذیه از این قندها به سرعت تکثیر یافته و به نحوی **رقیب** غذایی گرده افشان هایی همچون زنبورعسل در استفاده از منابع قندی شهد می شوند.



قندها

به طور کلی یک همبستگی مثبت بین میزان غلظت قندهای شهد و میزان محبوبیت یک گل برای گرده افشان ها وجود دارد. در حالت معمول زنبورهای عسل به شهد گل هایی که دارای حداقل $10.6\% + 28.7\%$ قند داشته باشند تمایل بیشتری نشان می دهند. البته میزان محبوبیت یک گل برای زنبورعسل به عوامل دیگری نیز وابسته است که میزان اسانس ها که نقش مهمی در بوی یک گل دارند نیز از این عوامل مهم هستند. در یک حالت کلی گل هایی معطر محبوبیت بیشتری برای زنبورعسل دارند.

میزان غلظت این قندها در شهد گیاهان به شدت تحت تاثیر شرایط دمایی و شرایط فیزیولوژیکی گیاه می باشد. به طور مثال در گیاهان خودگرده افشان که جهت گرده افشانی به حشرات و سایر گرده افشان ها ندارند معمولا میزان شهد و غلظت شهد نیز به مراتب پایین تر از گیاهان دگرافشان هستند و یا این که تنش های دمایی و نوع و سایر آیتم های خاک بستر در این امر موثر هستند.

قندها



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

آمینواسیدها و پروتئین ها

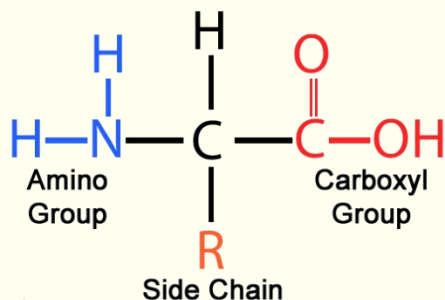
آمینواسیدها بعد از قندها فراوان ترین املاح موجود در شهد هستند که این میزان در حدود **یک تا دو** درصد می باشد. این **ترکیبات نیتروژنی** در شیره پرورده و توسط آوندهای آب کش به شهد اضافه می شوند البته از طریق بافت پارانشیم شهددان نیز تولید می گردند که این میزان بسیار کم است. آمینو اسدیهای موجود در شهد می تواند در **طعم و مزه شهد** برای زنبورعسل مورد سنجش قرار بگیرند. آمینواسیدهای موجود در شهد می تواند در ساختار **آنزیم ها** و یا سایر اندامک های سلولی زنبورعسل مورد استفاده قرار بگیرند. و بیشتر نقش ساختاری و تنظیمی دارند برعکس قندها که بیشتر منبع انرژی بودند.

ترکیب و میزان آمینواسیدها نیز در شهد گیاهان مختلف متغیر است که البته می تواند در شرایط دمایی و زمانی مختلف نیز در یک گل خاص تفاوت نشان دهند. آمینواسیدهای گلوتامین، آسپارژین، متیونین، سرین، پرولین و آلانین از آمینواسیدهای رایج در شهد هستند.

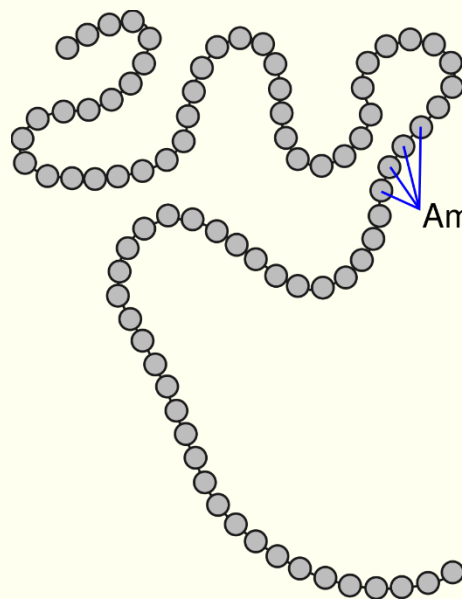


آمینواسیدها و پروتئین ها

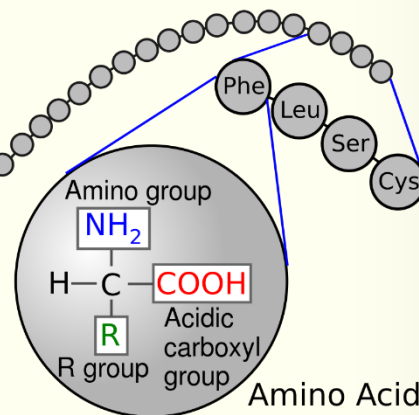
Amino Acid Structure



©Nutrientsreview.com



Primary Protein Structure
is sequence of a chain of amino acids



آمینواسیدها واحدهای سازنده پروتئین ها هستند. آنزیم ها معمول ترین نوع پروتئین هستند



شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

عناصر معدنی

در ارتباط با میزان و نوع عناصر موجود در شهد اطلاعات بسیار کمی در دسترس می باشد. عناصری همچون پتاسیم، سدیم، آهن، منگنز، منیزیوم، و .. به میزان بسیار کمی در ترکیب شهد وجود دارند. که گاهی وجود بیش از حد این عناصر در میزان محبوبیت یک گل برای زنبورعسل تاثیر دارند. به طور مثال دانشمندان دریافتند که میزان بالای پتاسیم در ترکیب شهد، باعث کاهش محبوبیت شهد برای زنبورعسل می گردد



سایر مواد

در ارتباط با حضور سایر مواد از جمله چربی ها و ترکیبات ثانویه نیز اطلاعات اندکی در دسترس است و این اطلاعات مشخص کرده است که این مواد در مقادیر بسیار ناچیز در ترکیب شهد گیاهان وجود دارند که این میزان در گونه های مختلف گیاهی نیز متغییر است. در بعضی از گونه های گیاهی منبع انرژی تامینی شهد توسط چربی ها فراهم می گردد که البته میزان این چربی ها بسیار پایین است.

تحقیق بر روی ترکیبات ثانویه موجود در شهد آینده روشنی را در ارتباط با میزان محبوبیت یک گل برای گرده افشان ها گشوده است که امیدواریم در آینده ای نزدیک شاهد نتایج این تحقیقات باشیم.





زندگی تون به شیرینی عسل

باتشکر - بهزاد رفاهی

شهد و زنبور عسل ارائه شده توسط گروه تخصصی زنبور عسل Honey Bee

