فعالیت ضدباکتریائی عسل

● مترجم: سیدعباس رأفت

مقدمه

عسل در حرفهٔ پزشکی به عنوان عامل ضدباکتریایی در درمان زخم‌های وخیم، و سایر عفونتهای سطحی حاصل از سوختن و جراحات، پذیرفته شده است. در بسیاری از موارد، عسل بر علیه عفونت‌هایی که به آنتی‌بیوتیکهای معمول و آنتی‌سپتیک تراپی جواب نداده بودند، به طور موفقیت‌آمیزی به‌کار رفته است. تأثیر عسل در بهبود سریع التیام عفونت‌ها، در سایهٔ تعداد زیادی از یافته‌های تحقیقی که روی فعالیت ضد باکتریایی آن انجام گرفته (در قسمت اول این مقاله آمده است) شگفت‌انگیز نیست با وجود این، در هیچ کدام از گزارشات پزشکی به انتخاب عسل به عنوان عامل ضد باکتریایی اشاره نشده است، هر چند مشخص شده که عسل فعالیت ضد باکتریایی دارد، ولی در توان ضد باکتریایی عسل‌های مختلف، تنوع خیلی زیادی وجود دارد، و اینکه خواص ضدباکتریایی می‌توانند با جابجایی و نگهداری غلط عسل، به سادگی از بین بروند.

قسمت دوم این مقاله، دربرگیرندهٔ تحقیقاتی است که با در نظر گرفتن یافته‌های حاصل از آنها استفادهٔ معقول‌تری از عسل در پزشکی به عمل آورد و اجازه می‌دهد که از پتانسیل عسل به عنوان یک عامل ضدباکتریایی استفاده شود.

تنوع در فعالیت ضدباکتریایی

سیمای کلی همهٔ گزارشات پزشکی در مورد استفاده از عسل به عنوان یک عامل ضدباکتریایی است و توجهی به انتخاب نوع عسل در استفادهٔ درمانی نشده است.

ارسطو، ۳۵۰ قبل از میلاد، و Dioscorides ، ۵۰ سال بعد از میلاد، توصیه کردند که عسل جمع‌آوری شده در نواحی و فصول خاص (و بنابراین احتمالاً از منابع گل متفاوت) می‌توانند برای درمان امراض متفاوتی به‌کار رود. چنین روشهایی تا طب سنتی امروز، تداوم داشته است: عسل *(Arbutus unedo)* از Sardinia ، به خاطر خواص درمانی‌اش، ارزشمند است.

عسل یونجه *(Nelumbiuum sceciosum)* به عنوان دارویی برای بیماریهای چشم ذکر شده است. با وجود این نظرات، عسل در پزشکی مدرن امروز، مورد توجه قرار نگرفته است. زیرا نتایج آزمایشگاهی، اختلافات زیادی را در توان ضدباکتریایی عسل‌هایی با منابع گل متفاوت، نشان می‌دهند.

میزان تنوع مشاهده شده

تقریباً در همهٔ مطالعاتی که بیش از یک نوع عسل مورد استفاده قرار گرفته، تفاوتهایی در فعالیت ضدباکتریایی عسل‌ها مشاهده گردیده است. مقدار اختلاف مشاهده شده در برخی موارد زیاد بوده، و در بسیاری از موارد دیگر این اختلاف کمتر بوده است، که ممکن است در نتیجهٔ حیطهٔ آزمایشی محدودتر بوده باشد تا اینکه واقعاً تنوع کمی در فعالیت عسل‌ها باشد. در بسیاری از مطالعات، فعالیت ضدباکتریایی عسل‌های مختلف، از طریق نمرهٔ اینهیبین[1] مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. نمرهٔ اینهیبین با روش پیشنهادی Witzenhausen, Dold برای چنین مقایساتی، تعیین شده است.

در سال ۱۹۵۵ ، Witzenhausen, Dold ، اصطلاح نمرهٔ اینهیبین را برای توصیف درجهٔ رقتی که در آن یک عسل فعالیت ضدباکتریایی خود را حفظ خواهد کرد، ابداع کردند. نمرهٔ اینهیبین، اصطلاحی است که به عنوان معیاری از فعالیت ضدباکتریایی عسل، به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته است. نمرهٔ اینهیبین شامل مقیاسی از ۱ تا ۵ می‌باشد که نشان دهندهٔ رقت‌های متناوب عسل از ۲۵٪ تا ۵٪ و به فواصل ۵٪ می‌باشد. از آن موقع به بعد، تغییرات کوچک و متعددی در این روش داده شده، به طوری که امکان دارد غلظت حقیقی در مقایسه با نمرهٔ اینهیبین گزارش شده، متفاوت باشد.

یک تغییر این است که به وسیلهٔ آزمایش مشاهده‌ای ممانعت جزئی روی صفحهٔ آگار با غلظتی از عسل که فقط اجازه رشد را می‌دهد نمرهٔ اینهیبین کسری برآورد می‌شود. تغییر دیگری نیز انجام شده و آن، استفاده از مواد مغذی Double-strength در مخلوط رقت‌ها بوده تا این که غلظت مواد مغذی را در تمام طول سریها ثابت نگهدارد: در مدت اولیه Witzenhausen, Dold این غلظت به طور قابل توجهی تغییر می‌کند. White و دیگران، اثر تفاوت‌های موجود بین متدهای مطالعات مختلف را بر روی قابلیت مقایسهٔ نمرات اینهیبین، بررسی کرده‌اند.

در بیشتر مطالعاتی که نمرهٔ اینهیبین را اندازه‌گیری کرده‌اند، معلوم شده که فعالیت ضدباکتریایی عسل در غلظت‌های تهیه شده تا پنج‌برابر تغییر داشته است. در سه مطالعهٔ دیگر، مشخص شد که این فعالیت در غلظت‌های مختلف تا چهاربرابر تغییر داشته است.

با وجود اینکه برخی عسل‌ها در بالاترین غلظت مورد آزمایش در مطالعات فعال نبودند و عسل‌های دیگری که در رقیق‌ترین غلظت‌ها هنوز فعال بودند، امکان دارد که اگر درجات بزرگتر و کوچکتری از رقت در آزمایش دخالت داده شوند، در آن مدت حیطهٔ وسیع‌تر فعالیت قابل تعیین خواهد بود. در یک مطالعه، با بکارگیری محدودهٔ وسیع‌تری از رقت‌ها (عسل از ۵۰٪ تا ۰/۲۵٪) معلوم شد که حداقل غلظت جلوگیری کننده (فعال) عسل‌های مورد آزمایش، در محدودهٔ ۲۵٪ تا ۰/۲۵٪ قرار دارند. مطالعهٔ دیگری، از ۵۰٪ تا ۰/۴٪ را آزمایش کرده و حداقل غلظت‌های جلوگیری کننده (فعال) در محدودهٔ بزرگتر از ۵۰٪ (یعنی در خود ۵۰٪ فعال نیست) تا ۱/۵٪ پیدا نمود. مطالعات دیگر که محدوده‌های وسیعی را آزمایش کرده‌اند، عسل‌هایی را هم یافتند که در بالاترین غلظت مورد آزمایش، فعال نبودند در حالی که عسل دیگری در حداقل غلظت مورد آزمایش، دارای فعالیت بود: دامنه‌های مورد آزمایش از ۲۰ تا ۰/۶٪ و ۵۰ تا ۱/۵٪ بودند.

وقتی که داده‌ها مورد آزمون قرار گرفتند، ملاحظه شد که فعالیت به طور نسبتاً خوبی در طول این دامنه‌ها، توزیع شده‌اند. Duisberg و Warnecke ، توزیع فعالیت ۱۳۱ نمونه از عسل‌های مورد آزمایش را ترسیم کردند و دریافتند که از توزیع نرمال گوس[2] پیروی می‌کند زیرا تعداد زیادی از نمونه‌ها، فعالیت کمی داشتند (در ۷٪ نمونه‌ها، فعالیت زیرسطح قابل تشخیص بود). آنها این موضوع را با تخریب فعالیت در اثر نور یا گرما مرتبط دانستند و برآورد کردند که ۵۰٪ نمونه‌ها، بیش از نیمی از فعالیت واقعی خود را از دست داده و ۲۲٪ آنها نیز، بیشتر از سه چهارم فعالیت را از دست داده‌اند. همچنین در مطالعهٔ دیگری با ۳۴۵ نمونه عسل، تعداد زیادی از آنها راکم فعالیت پیدا نمود (۳۶٪ نمونه‌ها، دارای فعالیتی نزدیک یا زیرسطح قابل تعیین بودند) و بقیهٔ دارای توزیع نرمال گوس بودند و دامنه فعالیت آنها تا بیست برابر متغیر بود.

ارتباط تنوع با منبع گل عسل

گر چه برخی نتیجه گرفته‌اند عسلی که از گیاهان مشخصی حاصل می‌شود، فعالیت ضدباکتریایی بهتری دارد، ولی شواهد کافی برای تصدیق چنین نتایج بارزی، وجود ندارد. بعضی از این نتایج، براساس داده‌های حاصل از نمونه‌هایی با تعداد خیلی اندک بوده است. مطالعات دیگری نشان داده است که تنوع زیادی در فعالیت نمونه‌های مختلف با منبع گل یکسان، می‌توان وجود داشته باشد. به همین جهت احتمال تشخیص نادرست منبع وجود دارد و همچنین دستیابی به عسلی که واقعاً منبع گل واحدی داشته باشد، غیرممکن است و به دلیل این که ناپایداری فعالیت با تنوع مرتبط می‌باشد، نمونه‌های کم تعداد نمی‌توانند نشان دهندهٔ عسلی با منبع مشخص باشد. حتی مطالعاتی که در مقیاسی وسیع انجام می‌گیرند، منتج به اطلاعاتی می‌شوند که از این نظر، سودمندی کمی دارند: زیرا گونه‌های گیاهی بسیار متفاوتی وجود دارند که عسل می‌تواند از آنها تولید شود و نمی‌توان فهمید که عسل، از کدام یک از آنهاست. با وجود این، عسل‌های بعضی منابع که به تعداد زیاد و کافی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند یا آنهایی که در مطالعات مختلف، مورد بررسی بوده‌اند، برای بعضی مقاصد می‌تواند مورد توجه باشند.

مطالعات بسیاری وجود داشت که در آنها معلوم گردید عسل سیاه حاصل از جنگلهای کاج نواحی کوهستانی اروپای مرکزی، تأثیر زیادی دارد. این عسل از منبع شهری حاصل نشده، بلکه از عسلی است که به وسیلهٔ شته‌هایی تولید می‌شود که شیرهٔ نباتی برگهای درختان را می‌مکند. گزارش شده عسل حاصل از شاه بلوط شیرین *(Castanea sativa)* که منبع شهد می‌باشد، از تأثیر بالایی برخوردار است. اما رنگ آن

سیاه بوده و بدین ترتیب تصور می‌شود که قسمتی از آن، از عسلک گرفته شده باشد. همچنین عسل سیاهرنگ دیگری، حاصل از *(Leptospermum scoparium)* مانیوکا در نیوزلند به دست آمد که در سطح بالایی فعالیت دارد. Roth و دیگران با مطالعه دربارهٔ عسل‌های کانادایی، اظهار داشتند که عسل‌های سیاهرنگ دارای فعالیت ضدباکتریایی بالایی می‌باشند.

در یک مطالعه، عسل خلنگ[3] (گونه‌های *Erica*) که دارای رنگ نسبتاً سیاهی می‌باشد، فعالیت ضدباکتریایی در سطح بالا داشته اما در مطالعات دیگر، فعالیتی در سطح پایین و یا نسبتاً پایین داشته است. عسل شلغم *(Brassica napus)* نیز در یک مطالعه با سطح فعالیت زیاد و در مطالعات دیگر با سطح پایینی از فعالیت یافت شده است. در بسیاری از مطالعات معلوم شده که عسل افرا *(Tilia cordata)*، فعالیتی در سطح نسبتاً بالا دارد، اما در مطالعات دیگری، سطح نسبتاً پایینی از فعالیت را داشت. عسل شبدر (گونه‌های *Trifolium*) همیشه با فعالیت کم و عسل پنبه *(Gossypium hirsutum)*، با فعالیت زیاد، گزارش شده‌اند.

دلایل تنوع

آب فعال عسل‌ها تغییرات نسبتاً کمی دارد و در پدیدهٔ ضدباکتریایی محلولهای رقیق عسل که برای مطالعه فعالیت ضدباکتریایی عسل مورد استفاده قرار می‌گیرند، اثر خیلی مهمی ندارد. اگر چه اسیدیته عسل به طور قابل توجهی متغیر می‌باشد، اما احتمال زیادی وجود دارد وقتی که عسل در محیط کشت برای آزمایش اثر آن روی کشتهای باکتریایی به صورت محلول رقیقی درمی‌آید، اسیدیته اهمیت کمی دارد. به دلیل اینکه اسیدیته خنثی می‌شود لذا تنوع عمده‌ای که در کل فعالیت ضدباکتریایی مشاهده می‌شود، به خاطر تنوع در سطح پراکسید هیدروژن به عمل آمده می‌باشد و در برخی موارد به خاطر تغییر سطح فاکتورهای غیر پراکسیدی است. در یک بررسی با ۶۴ نمونه معلوم شد که فاکتورهای غیر پراکسیدی، مسئول قسمت اصلی فعالیت در آن دسته از عسل‌هایی می‌باشد که سطوح بالایی از فعالیت ضدباکتریایی را دارا هستند. مقدار فاکتورهای غیرپراکسیدی به وضوح با منبع گل در ارتباط می‌باشد و در بعضی موارد می‌تواند باعث قسمت اصلی فعالیت ضدباکتریایی در یک عسل شود. مانند عسل مانیوکا سطح پراکسیدهیدروژن به عمل آمده نیز می‌تواند با منبع گل در ارتباط باشد به طوری که ترکیبات از بعضی منابع گل می‌تواند تولید و تخریب پراکسید هیدروژن را تحت تأثیر قرار دهند. در این مورد یک تعادل دینامیکی حاکم است: یعنی سطح پراکسید هیدروژن به تعادل بین سرعت تولید و سرعت تخریب آن بستگی دارد.

ظاهراً پراکسیدهیدروژن تجزیه می‌شود و گرنه عسل Full-strength[4] حاوی مقادیر زیادی از آن خواهد بود، و هر رقتی از عسل بالاخره سطوح ممانعت کنندگی را به دست می‌آورد.

از زمان انجام اولین تحقیق مشخص گردید پراکسیدهیدروژن باعث فعالیت ضدباکتریایی عسل شده، و همچنین خود توسط ترکیبات عسل تخریب می‌گردد. در موقع آزمایش بر روی استافیلوکوک طلایی، به منظور تعیین حساسیت آن نسبت به افزودن پراکسیدهیدروژن، معلوم شد با حضور عسل، سطوح بالاتری باید افزوده شود تا اثر ممانعت کنندگی حاصل شود. پراکسیدهیدروژن وقتی که به عسل رقیقی افزوده می‌شود، به سرعت ناپدید می‌شود و به استثنای نمونه‌هایی که در آنها پراکسیدهیدروژن در سطح خیلی بالایی تجمع می‌یابد، ملاحظه شده که سطح پراکسیدهیدروژن حاصل از عمل آنزیمی باگذشت زمان کاهش می‌یابد.

کاتالاز از عواملی است که احتمالاً در تخریب پراکسیدهیدروژن نقش دارد. مدتهای مدیدی تصور می‌شد که کاتالاز در عسل وجود دارد و وجود آن بدون هیچ تردیدی توسط Schepartz در سال ۱۹۶۶ به اثبات رسید.

کاتالاز از گرده و شهد گیاهان مشخصی منشأ می‌گیرد اما بیشتر از شهد حاصل می‌شود. عسل برخی گلها، حاوی کاتالاز در سطح خیلی بالایی می‌باشند و در این عسل‌ها سطوح پایینی از پراکسیدهیدروژن تجمع می‌یابد. در عسل‌هایی که سطوح بالایی از پراکسیدهیدروژن تجمع می‌یابد، کاتالاز در سطح پایینی وجود دارد. البته انحرافی از رابطهٔ معکوس دیده شده در این مطالعات، وجود دارد که می‌تواند در نتیجهٔ فاکتورهای ضدباکتریایی غیرپراکسیدی باشد که سطوح بالایی از فعالیت را موجب می‌شوند، و یا در دناتوره شدن گلوکز اکسیداز می‌باشد که باعث فعالیت در سطح پایین می‌شود. در مطالعه دیگری با ۲۸ نمونه معلوم شد که دناتوره شدن گلوکز اکسیداز، احتمالاً توجیهی برای آن دسته از عسل‌هایی است که فعالیت ضدباکتریایی کم و فعالیت کاتالازی کم دارند. به استثنای این گروه، در این مطالعه،رابطهٔ معکوس بسیار معنی‌داری بین فعالیت کاتالازی و تجمع پراکسیدهیدروژن یافت شده است.

با وجود این، تمامی تنوع موجود در تخریب پراکسیدهیدروژن با منابع گل و کاتالاز گیاهان در ارتباط نمی‌باشد. معلوم شده که حتی اگر عسل را قبلاً بجوشانیم تا کاتالاز غیرفعال شود، باز هم ناپدید شدن پراکسیدهیدروژن افزوده شده به عسل رخ می‌دهد که این امر نشاندهندهٔ دخالت تجزیهٔ شیمیایی و همچنین تخریب آنزیمی می‌باشد. این تخریب می‌تواند واکنش کاتالیزی فلزی با اسید اسکوربیک باشد که قبلاً بحث شده است.

منبع گل به خاطر اثری که بر روی تولید و تخریب پراکسیدهیدروژن دارد، می‌تواند بر تعادل بین آنها و پایین آمدن سطح تجمع، اثر بگذارد. در مورد تأثیر حرارت در پایداری گلوکز اکسیداز موجود در عسل‌هایی با منابع گلهای مختلف، اختلافهای خیلی بزرگی پیدا شده است. از نظر حساسیت گلوکز اکسیداز به دناتوره شدن توسط نور نیز نتیجهٔ مشابهی به دست آمده است. در این مطالعه تا حدودی مشخص شده که یک ترکیب حساس به نور باعث فتواکسیداسیون آنزیم می‌شود. البته، تأثیر این فاکتورها روی فعالیت ضدباکتریایی به مقدار گرما و نوری که قبل از انجام آزمایش به نمونه‌های عسل برخورد می‌کند، بستگی دارد اما احتمالاً بیشتر تنوع مشاهده شده در فعالیت ضدباکتریایی عسل‌ها، انعکاس گذشتهٔ این عسل‌ها باشد. مدتهای مدیدی، سطح فعالیت ضدباکتریایی در یک عسل، به عنوان یک معرف پذیرفته شده بود و توجهی نمی‌شد که آیا عسل در حین فرآیند خود در معرض گرما بوده یا نه. گر چه با درک این موضوع که این پدیده به سایر عوامل نیز بستگی دارد، نظریهٔ مذکور دیگر تداوم نیافت.

عسل باکتری‌کش است یا باکتریواستاتیک؟

عمل باکتریواستاتیکی

اکثر گزارشات مربوط به فعالیت ضدباکتریایی عسل مشخص نکرده که آیا عسل کشندهٔ باکتریها می‌باشد یا این که فقط بازدارندهٔ رشد باکتریها است. اگر چه امکان دارد که طی یک دورهٔ که گاهی بیش از ۴ روز بوده، هیچ رشدی ملاحظه نگردد، اما در غیاب شاهد دیگری، این

امر را فقط می‌توان به عنوان عمل باکتریواستاتیکی قبول کرد، علی‌رغم این که برخی از مؤلفین، اصطلاح باکتری‌کشی را برای عسل به‌کار برده‌اند. در مطالعه‌ای که این محیط در یک محیط عاری از عسل کشت‌هایی داده شد و بعد در معرض عسل قرار گرفت، هیچ‌گونه رشد بعدی ملاحظه نگردید. امکان دارد که عمل باکتری‌کشی در موارد دیگری نیز وجود داشته باشد ولی این امر نمی‌تواند بدون انجام آزمایشات دیگری که برای اثبات آن مورد نیازند، پذیرفته شود.

همچنین ممکن است که آزمایشات محدود در این مطالعات، مواردی از باکتریواستاتیک مشاهده نشده را در نظر نگرفته باشد. در اغلب موارد، با عدم رشد قابل مشاهده در آخر دورهٔ انکوباسیون، عمل باکتریواستاتیکی به اثبات رسیده که این تنها مشاهدهٔ انجام شده در آخر (در بسیاری از مطالعات که دورهٔ انکوباسیون طولانی دارند). احتمال دارد قبل از انجام مشاهده، رشد کاملاً متوقف شده باشد. در یک محیط کشت، اتمام مواد مغذی یا سنتز مواد سمی نهایی می‌تواند که در مدت زمان کاملاً کوتاهی رشد را محدود کند. در این موارد، ممانعت محدود ایجاد شده، قبل از مشاهدهٔ رشد، می‌تواند عدم ممانعت شاهد را در این نقطه از رشد محدود، بپوشاند. همچنین ممکن است که مشاهدهٔ ممانعت کامل از رشد، میسر نبوده باشد. در مطالعات دیگری که تمام دورهٔ انکوباسیون را تحت بررسی قرار داده بودند، شواهدی مبنی بر غالب شدن باکتری‌ها بر فعالیت ضدباکتریایی عسل، بعد از یک دورهٔ انکوباسیون وجود دارد. با وجود این، معلوم شد که طول دورهٔ فعالیت با غلظت‌های بالاتری از عسل، طولانی‌تر می‌شود و اگر غلظت عسل به محدودهٔ بین ۳٪ تا ۱۰٪ افزایش یابد، هفت گونه باکتریایی که باعث عفونی شدن زخم‌ها هستند، به مدت ۸ ساعت به طور کامل رشدشان متوقف می‌شود.

بدیهی است که ممانعت کامل از رشد که در طی یک دورهٔ بلندمدت حفظ می‌شود، سیمای درخشانی را در کنترل عفونت‌ها خواهد داشت. در ارتباط با همین موضوع، اگر باکتریها در حالت باکتریواستاتیک به مدت طولانی نگه داشته شوند، ظرفیت خود برای فعالیت دوباره را از دست می‌دهند. در جدول ۱ فهرست اغلب موارد که منجر به ممانعت کامل رشد آمده است و دورهٔ مطالعه که طی آن عمل ممانعت حفظ شده بود، ۱۸ تا ۲۴ ساعت بود.

عمل باکتری‌کشی

عسل اگر عمل باکتری‌کشی داشته باشد و یا نداشته باشد، با این وجود به نظر می‌رسد وقتی که سلولها در معرض عسل قرار گیرند، این امر با شدت زیادی وجود دارد. طی ۲۴ ساعت، تعداد سلول‌های زنده گونه‌های متعدد باکتریایی که در معرض عسل ۱۰٪ بودند، کاهش تدریجی نشان دادند. در مطالعهٔ دیگری، عمل باکتری‌کشی بر علیه *E. coli*، با عسل ۱۷٪ بعد از ۲۴ ساعت دیده شد اما با عسل ۹٪، ۴۸ ساعت زمان مورد نیاز بود تا عمل باکتری‌کشی مشاهده گردد. در مورد استافیلوکوک طلایی با عسل ۳۳٪، ۲۴ ساعت و با عسل ۲۵٪، ۴۸ ساعت و با عسل ۹٪، ۹۶ ساعت وقت برای عمل باکتری‌کشی مورد نیاز بود. عامل دیگری که در این تنوع دخالت داشت، تفاوتهای موجود در حساسیت گونه‌های مورد استفاده در آزمایش بوده است. معلوم شده که عسل ۲۰٪ فقط بر روی دو گونه از شش گونه باکتری مورد آزمایش، عمل باکتری‌کشی داشته است. مشاهده عمل باکتری‌کشی عسل ۵۰٪ بر روی ۱۲ گونه، معلوم ساخت که گونه‌های گرام مثبت به طور کلی قبل از همه از بین می‌روند و بعد از این که یک ساعت در معرض عسل قرار گرفتند، نابود شدن آنها شروع می‌شود و بعد از ۳ الی ۲۴ ساعت به طور کامل از بین می‌روند. گونه‌های گرام منفی به طور کلی، بعد از ۴ الی ۶ ساعت شروع به از بین رفتن کرده و کشته شدن کامل آنها ۴۸ ساعت طول کشید. در یک مقایسه بین ده گونه باکتریایی که در معرض هشت نوع عسل مختلف با غلظت ۵۰٪ قرار گرفتند، معلوم شد که زمان مورد نیاز برای عمل باکتری‌کشی کامل، از ۳ تا ۴۸ ساعت متغیر است. تفاوت چهار برابری مابین عسل‌ها و تفاوتهای بیشتری مابین گونه‌ها وجود داشت. همچنین مطالعهٔ دیگری نشان داد که زمان مورد نیاز برای عمل باکتری‌کشی به گونه باکتریایی و غلظت عسل بستگی دارد: *E. coli* با عسل ۵۰٪ به مدت ۲ ساعت رشد کرده و سپس شروع به کاهش تعداد سلولهای زنده می‌کند.

استافیلوکوک طلایی با عسل ۵۰٪ در مدت ۱ ساعت شروع به کاهش تعداد سلول‌های زنده کرد و بعد از ۴ ساعت کاملاً کشته شد. اما با عسل ۲۵٪ و در مدت ۵ ساعت، فقط به طور جزئی از بین می‌روند. بعضی از محققین عمل باکتری‌کشی ناقص که در زمان مقرر شده انجام می‌گیرد، را به عنوان عمل باکتری‌کشی قبول نداشته و تعداد کمی از سلولهای زنده را دلیل خود می‌دانند. بدین ترتیب، نتیجه‌گیری شده که با عسل ۵ تا ۱۰٪ و طی یک دورهٔ ۵ ساعته، هیچ نوع عمل باکتری‌کشی بر روی ۶ گونه انجام نمیگیرد. همین طور نتیجه‌گیری شد که با عسل ۱۵٪ و طی یک دورهٔ ۵ ساعته و با عسل ۲۹٪ طی یک دورهٔ ۳۶ ساعته، هیچ نوع عمل باکتری‌کشی بر روی استافیلوکوک طلایی انجام نمی‌گیرد. همچنین در آزمایش روی ۱۱ گونه باکتری که به مدت ۸ ساعت در معرض عسل ۱۰٪ قرار گرفتند، مشخص شد که فقط رشد باکتریها متوقف می‌شود. اما در آزمایش بعدی، شواهدی از خسارت سلولهای باکتریایی وجود داشت.

مشخص شده است که سلولهای رویشی باکتریها، در سطوح زیر اپتیمم آب فعال به تدریج از بین می‌روند در مورد باکتری سالمونلا، در عسل Full-strength در حرارت ۱۸ تا ۲۰°C تا ۳۴ روز و در حرارت ۱۰°C بیش از ۲ سال این امر می‌تواند واقع شود. با وجود این، در مطالعهٔ دیگری معلوم شد که زمان خیلی کمتری برای این کار مورد نیاز است (در دمای اتاق تا ۳ روز). تفاوتهای موجود در ترکیب عسل‌های مورد استفاده به خوبی می‌تواند باعث چنین تفاوتهایی در یافته‌ها شود: در آزمایش مشابهی که در دو مطالعه انجام گرفت، معلوم شد که زمانهای متفاوتی برای عسل‌های مختلف مورد نیاز است تا گونه‌های مشخصی را از بین ببرد. تفاوتهای موجود در ترکیب عسل‌های مورد استفاده نیز می‌تواند باعث ارائه نتایج مختلفی در این باره شود که آیا عمل ضدباکتریایی عسل باکتریواستاتیک است یا باکتری‌کش. در آزمایشات متعددی که انجام گرفته است، فقط بعضی از عسل‌های مورد آزمایش، در غلظت‌های به کار رفته، فعالیت باکتری‌کشی داشته‌اند.

احتمال دارد که فقط زمانهای بیشتر و یا غلظت‌های بالاتری لازم بوده تا فعالیت باکتری‌کشی پدیدار گردد زیرا بسیاری از مواد باکتریواستاتیک در غلظت‌های بالاتر، باکتری‌کش می‌باشند. کم بودن آب فعال، ممکن است در میکروب‌کشی عوامل دیگر، تأثیر زیادی داشته باشد. بنابراین امکان دارد که این عوامل در مورد عسل‌هایی با غلظت‌های بالا، اهمیت بیشتری داشته باشند.

اگر چه پراکسیدهیدروژن در غلظت ۰/۲۹ mmol/l یا پایین‌تر بر روی استافیلوکوک طلایی عمل باکتریواستاتیکی دارد، معلوم شده که برای از بین بردن و *E. coli* و استافیلوکوک طلایی در مدت ۱ ساعت، غلظت ۲۹ mmol/l پراکسیدهیدروژن لازم است و غلظت ۸/۸ mmol/l مورد نیاز است تا باعث ۸۰٪ مرگ‌ومیر هفت سویه باکتریایی در عرض یک ساعت شود. مقدار پراکسیدهیدروژنی که در عسل تولید می‌شود، امکان ندارد که تا این حد تجمع یابد اما می‌تواند در بعضی از عسل‌ها که به مدت طولانی در معرض باکتری بوده‌اند، آن قدر زیاد باشد که موجب باکتری‌کشی گردد مخصوصاً که با اثر کم‌بودن آب فعال و اثر کاتالیزوری یونهای فلزی و اسیداسکوربیک تشدید شود. در برخی عسل‌ها، حضور عوامل باکتری‌کش که از گیاهان مشتق شده‌اند، به همراه کم بودن آب فعال، ممکن است که عاملی برای باکتری‌کش بودن این عسل‌ها باشد.

با وجود این، باکتری‌کش بودن یا نبودن عسل، از نظر کاربردی اهمیت کمی دارد. برخی از آنتی‌بیوتیکها که معمولاً توسط پزشکان تجویز می‌شود، فقط دارای عمل باکتریواستاتیکی می‌باشند. برای این که فرآیند التیام‌یابی با موفقیت انجام شود، کافی است که عمل باکتریواستاتیکی با استفاده مرتب عسل، حفظ شود. بهبود عفونتها در زیر پوشش عسلی با سرعت نسبتاً خوبی اتفاق می‌افتد، امکان دارد که نتیجهٔ عمل باکتری‌کشی ناشی از تماس طولانی باشد و یا احتمالاً در اثر سیستم دفاعی طبیعی باشد که با ممانعت از تکثیر سلولهای باکتریایی، عمل خود را با موفقیت انجام می‌دهد.

پایداری فعالیت ضدباکتریایی

ناپایداری اینهیبین عسل، اولین بار توسط Dold و همکاران در سال ۱۹۳۷ مشخص گردید و آنها در یافتند که اینهیبین عسل با گرما دادن و در معرفی نور قراردادن، تخریب می‌گردد. از آن زمان، این مشاهدات توسط تعداد کثیری از سایر محققان تأیید شده اما تفاوتهایی در درجهٔ ناپایداری ارائه شده، وجود داشته است.

حساسیت به گرما

اولین گزارش (Dold و همکاران) در مورد از بین رفتن فعالیت ضدباکتریایی عسلی که در معرض گرما قرار گیرد، بدین ترتیب است که عسل ۱۷٪ بعد از این که ۵ دقیقه در معرض حرارت ۱۰۰°C قرار گیرد، فعالیت ضدباکتریایی خود را به طور کامل از دست می‌دهد. اما این امر بدان معنی نیست که فعالیت ضدباکتریایی به

طور کاملی از دست رفته: چون که اگر عسل ۱۷٪ حرارت ندیده‌ای، فعالیت کافی برای ممانعت از رشد باکتری داشته باشد، پس از حرارت دادن به مدت کم، فعالیت آن خیلی کاهش نخواهد یافت. تشخیص مشابه Pothmann چنین است که حرارت دادن عسل به مدت ۵ دقیقه در 100^{oC} یا 56^{oC} به مدت یک ساعت، موجب می‌شود عمل اینهیبین توسط عسل ۱۷٪ کاملاً از بین برود.

در گزارشات بعدی، محققین به منظور آزمایش فعالیت، یک سری رقت را به کار بردند. اگر چه در مطالعات آنها، اتلاف کامل ممانعت هنوز بدان معنی نیست که فعالیت ضدباکتریایی کاملاً از بین رفته، ولی کاهش آن به زیر سطح قابل تشخیص، اگر اتلاف کامل نباشد، حداقل نشاندهندهٔ ۸۰٪ یا بیشتر اتلاف در فعالیت خواهد بود. در این گزارشات، معلوم شده که اتلاف کامل نتیجهٔ قرار گرفتن عسل در معرض 100^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه، 100^{oC} به مدت ۱۵ دقیقه، 90^{oC} به مدت ۸ ساعت، 100^{oC} به مدت ۵ دقیقه، 90^{oC} به مدت ۱۵ دقیقه، ۷۰ تا 80^{oC} به مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه، 56^{oC} به مدت ۶۰ دقیقه، 80^{oC} به مدت ۱۵ دقیقه، 80^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه و 60^{oC} به مدت ۱۵ دقیقه بوده و در نتیجهٔ استفاده از «عسل گرما دیده» بوده است (جزئیات ذکر نشده). مشخص شده که با گرم کردن عسل در 100^{oC} به مدت ۱۰ دقیقه، فعالیت تقریباً به طور کامل از بین می‌رود.

در گزارش دیگری، بعد از قراردادن عسل در معرض 100^{oC} به مدت ۱۵ دقیقه، فعالیت به طور کامل از بین نرفت ولی به همان سطح فعالیت عسل مصنوعی کاهش پیدا کرد که این امر نشان دهندهٔ آن است که همهٔ فعالیت، بجز آن مقداری که به خاطر اسمولاریته می‌باشد، تخریب گشته است. تشخیص مشابهی، با عسلی که به مدت ۱۰ دقیقه جوشانده شده، به دست آمد. افراد دیگری نیز معلوم کردند که فقط قسمتی از فعالیت ضدباکتریایی توسط گرم کردن عسل، تخریب می‌شود. قراردادن عسل در معرض 100^{oC} به مدت ۱۰ دقیقه، موجب از بین رفتن کامل فعالیت بر علیه هفت گونه باکتریایی شد، اما فقط مقدار کمی از فعالیت بر علیه *Bacillus pumilus* و سویه‌ای از Streptomyces از بین رفت و فعالیت بر علیه *Bacillus subtilis* و *Sarcina lutea* به قوهٔ خود باقی ماند. در گزارش دیگری معلوم شد که حدود نیمی از فعالیت بر علیه *B.subtilis*، مقاوم به حرارت می‌باشد. گرم کردن عسل در 56^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه موجب از بین رفتن فعالیت می‌شود که در مورد برخی گونه‌ها بیشتر از سایر گونه‌ها می‌باشد. وجود هر دو نوع عوامل مقاوم به گرما و حساس به گرما[5] توسط افراد دیگری نیز گزارش شده است.

در مواردی که باقی ماندن قسمتی از فعالیت گزارش شده، در آنها عسل به درجات کمتری در معرض حرارت بوده و احتمالاً نتایج به دست آمده، ناشی از تخریب جزئی فاکتور حساس به گرما بوده تا این که فاکتور مقاوم به گرما مسئول آن بوده باشد. حداقل غلظت ممانعت کنندگی عسل، بعد از حرارت دادن عسل به مدت ۸ ساعت در 46^{oC} از ۴٪ به ۸٪ افزایش می‌یابد و وقتی که به مدت ۸ ساعت در معرض 52^{oC} قرار می‌گیرد، به ۱۲٪ و وقتی که به همان مدت در گرمای 55^{oC} قرار می‌گیرد به ۱۶٪ افزایش می‌یابد. گزارش شده که در دمای بیشتر از 65^{oC} در کمتر از ۴ ساعت، فعالیت کاملاً از بین می‌رود اما در دمای 56^{oC} و به مدت ۲۴ ساعت فعالیت به مقدار زیاد (ولی نه کاملاً)، از بین می‌رود. در حرارت 40^{oC} به مدت ۹۶ ساعت آسیبی به فعالیت نمی‌رسد. در گزارش دیگری، دمای 100^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه موجب از بین رفتن کامل فعالیت شده ولی در 56^{oC} به مدت ۳۰ دقیقه فعالیت از بین نمی‌رود. همچنین گزارش شده وقتی که عسل در معرض دمای 100^{oC} به مدت ۵ دقیقه قرار می‌گیرد، اتلاف کامل فعالیت روی داده ولی با دمای 60^{oC} به مدت ۱ ساعت فعالیت به طور جزئی از بین می‌رود.

پایداری فعالیت ضدباکتریایی در عسل گرما دیده، به pH بستگی دارد و فعالیت در pH پایین، به سرعت از بین می‌رود.

در مورد پایداری فعالیت ضدباکتریایی عسل در دماهای پایین، اختلافات زیادی در یافته‌ها وجود دارد اما به طور کلی نتیجه‌گیری شده که فعالیت، در دمای زیر 40^{oC} پایدار می‌باشد. در مورد ۲۰ نمونه عسل که به مدت ۹۶ ساعت در دمای 40^{oC} نگهداری شدند، هیچ کاهشی در فعالیت ضدباکتریایی مشاهده نشد و همچنان که در مورد قبلی ذکر شد، در عسلی که به مدت ۲۴ ساعت در 37^{oC} نگهداری شد نیز کاهش فعالیت دیده نشد. اگر به خاطر داشته باشیم که دمای کندو که عسل می‌تواند مدت بسیار طولانی را در آن بگذراند، 34^{oC} می‌باشد، این نتیجه قابل انتظار خواهد بود. اگر عسل رقیق باشد، امکان دارد به همان مقدار در این دما مقاوم نباشد. زیرا که با گذشت زمان سرعت تولید پراکسیدهیدروژن کاهش می‌یابد و معلوم شده که مقدار پراکسیدهیدروژن موجود بعد از ۱۶ ساعت، خیلی کمتر از مقدار موجود پس از گذشت اولین ساعت می‌باشد. افراد دیگری نیز گزارش کرده‌اند که وقتی عسل رقیق می‌شود، کمتر پایدار خواهد بود، این امر می‌تواند در نتیجهٔ ساخته شدن اسیدگلوکورونیک باشد یا همان طور که قبلاً بحث شد (در قسمت اول مقاله ـ مترجم) حاصل از صدمه گلوکز اکسیداز از بنیانهای آزادی باشد که از پراکسیدهیدروژن تولید می‌شوند. آخرین نظریه‌ای که در تأیید این مطلب آمد این بود که با افزوده شدن آنزیم استخراج شده پس از ۳۰ دقیقه اکسیدهیدروژن غیرفعال شد. با وجود این، گزارش شده عسل ۵۰ درصدی که در دمای اتاق به مدت ۱۰۰ ساعت نگهداری شده، فعالیت ضدباکتریایی‌اش را از دست نمی‌دهد.

موارد زیادی وجود دارند که فعالیت ضدباکتریایی عسل را در دمای معمولی اتاق، بسیار پایدار یافته‌اند. در مطالعه‌ای تعداد زیادی عسل مورد توجه قرار گرفت که ۴۳ مورد از ۸۵ نمونهٔ عسل دارای ممانعت ضد باکتریائی ۹ ماه تا ۱ سال بودند و در برخی این فعالیت تا سال ۲ گزارش شد. گفته شده که اگر عسل دور از نور و دماهای بالا نگهداری شود، می‌توان آن را به مدت طولانی در آزمایشگاه با حفظ فعالیت ضدباکتریایی، نگاهداشت. بررسی دیگری نیز با تعداد زیادی عسل انجام گرفته و در نمونه‌های کهنهٔ عسل، فعالیت زیادی را پیدا کرده که برخی از آنها ۵ ساله بودند و هیچ رابطه‌ای را بین فعالیت ضدباکتریایی و سن عسل پیدا نکردند. در مطالعه‌ای با ۱۸ عسل، فعالترین آنها را با سن ۲ تا ۳ سال پیدا نمودند. نگهداری عسل، بدون این که زوالی در فعالیت ضدباکتریایی آن رخ دهد، به مدت چندین ماه در دمای 20^{oC} و به مدت ۲ سال در ۲۵ تا 30^{oC} گزارش شده است. در مورد عسل‌هایی که به مدت ۱ سال درون ظرفهای بسته در دمای اتاق نگهداری شدند، فعالیت به طور مختصر و یا اصلاً از بین نرفت. اما در نمونه‌هایی که گاهگاهی درشان باز می‌شد، اتلاف فعالیت قابل توجه بود. از طرف دیگر، با انبار کردن عسل به مدت ۱۸ ماه در 4^{oC} و در تاریکی، فعالیت ضدباکتریایی تقریباً به طور کامل از بین رفت. همچنین ۱۵ تا ۱۶٪ کاهش فعالیت ضدباکتریایی در مدت ۳ ماه و ۲۴ تا ۲۷٪ اتلاف در مدت ۶ ماه،بانگهداری‌دردمای 25^{oC}-20^{oC} گزارش شده است.

چنین تفاوتهایی در یافته‌ها در اثر تفاوتهای موجود در پایداری عسل‌های مختلف باشد. چندین مؤلف گزارش کرده‌اند که تفاوتهای قابل توجهی در نسبت‌های اتلاف فعالیت در هر دمای مورد آزمایش وجود دارند. در مورد نیمهٔ عمر سیستم تجمع یابندهٔ پراکسید[6] در عسل‌های مختلف، تفاوت ۷۰ برابری بین عسل‌ها یافت شده است. این امر به نظر می‌رسد که به منبع گل عسل مربوط باشد و این نظریه را تقویت می‌کند که مواد گرفته شده از گیاه، پایداری گلوکز اکسیداز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. وقتی که نیمهٔ عمر آنزیم استخراج شده از عسل، در دمای 50^{oC} حدود ۵ دقیقه باشد و نیمهٔ عمر سیستم تجمع یابندهٔ پراکسید در دمای 55^{oC} بین ۲/۸ تا ۶/۱ ساعت یافت شود، به نظر می‌رسد که این تأثیر، عاملی پایدارکننده باشد.

نیمهٔ عمر سیستم تجمع یابندهٔ پراکسید برای دماهای بالاتر نیز مشخص شده است.

White و Subers علاوه بر اندازه‌گیریهای خود از روی تخمین نیمهٔ عمر فعالیت ضدباکتریایی عسل که در اطلاعات منتشرهٔ دیگران وجود داشت، کاهش فعالیت ضدباکتریایی عسل را در اثر حرارت ذکر کردند. آنها دریافتند که در 65^{oC}، محدودهٔ نیمهٔ عمر از ۳۶ ثانیه تا ۴/۵ دقیقه بوده و با تعداد بیشتری نمونه در 70^{oC} در محدودهٔ چند ثانیه تا ۱ ساعت می‌باشد. برآورد آنان با استفاده از داده‌های دیگران، ۴/۵ ساعت در $62/8^{oC}$ و ۱۰ ساعت در 75^{oC} بود.

حساسیت به نور

از موقع انجام اولین تحقیق دربارهٔ خواص ضدباکتریایی عسل، مشخص شد که این فعالیت در مقابل نور ناپایدار می‌باشد. Dold و همکاران در سال ۱۹۳۷ گزارش کردند که اگر عسل به‌صورت یک صفحهٔ نازک در معرض نور قرار گیرد، توانایی خود را در ممانعت از رشد باکتریها از دست خواهد داد (آزمایش با محلول ۱۷٪ انجام شد). از آن پس افراد دیگری نیز این مشاهده را تأیید کرده‌اند. اگر عسل به صورت لایه‌ای به ضخامت ۱ تا ۲ mm درآید و به مدت ۱۵ دقیقه در معرض نور خورشید قرار گیرد، اتلاف کامل فعالیت غیراسمزی روی خواهد داد. معلوم شده که اگر عسل به صورت یک لایهٔ نازک گسترانده نشود، آن قدرها به نور حساس نیست. موارد زیر در گزارشات ذکر شده‌اند: بعد از ۱۸ روز برخورد نور مستقیم خورشید اتلاف کامل فعالیت روی می‌دهد. موقعی که عسل در معرض نور مستقیم خورشید (نه‌روشنی روز) قرار می‌گیرد، فعالیت به تدریج ناپدید می‌شود. نمونهٔ عسل‌هایی که به مدت ۳

تا ۶ ماه در قفسه‌های باز نگهداری شدند، کاهش مهمی در فعالیتشان پیدا شد (که این اتلاف، بیش از دو برابر اتلافی بود که در نمونه‌های مشابه و در گنجه‌های تاریک نگهداری شده، رخ می‌دهد). با وجود این، وقتی صفحهٔ نازکی ازعسل درمعرض یک‌لامپ (۲۵۴nm) ماوراء بنفش (UV)قرارگرفت،هیچ‌اتلافی در فعالیت یافت نشد.

اگر عسل درون پارچهای ۱ یا ۲/۵ لیتری که از پلی‌استیرن شفاف ساخته شده، به مدت ۸ ماه در آستانهٔ پنجره در طرف رو به خورشید ساختمان قرار گیرد، اتلاف زیادی در فعالیت آن پیدا می‌شود. اما اگر عسل درون پارچهایی قرار گیرد که از پلی‌اتیلن شیری یا سفید ساخته شده و نور با طول موج کمتر از ۴۰۰nm را کم عبور می‌دهد، قرار گیرد، اتلافی دیده نمی‌شود. در این بررسی، پارچهای شیشه‌ای که با صفحهٔ نازکی اندود شده بودند تا نور UV را جذب کنند، فقط کمی در ممانعت از اتلاف فعالیت، موفق بوده‌اند که نشاندهندهٔ ضرورت محافظت عسل از نورهایی با طول موج بیشتر از ۴۰۰ nm می‌باشد. در بررسی دیگر نیز یافته‌های مشابهی به دست آمده است: عسلی که به مدت ۵ تا ۷ ماه در کنار پنجرهٔ رو به خورشید قرار گیرد و در پارچهای شیشه‌ای جذب کنندهٔ UV باشد، حدود نیمی از فعالیت خود را از دست خواهد داد اما اگر درون پارچهایی نگهداری شود که از شیشه سیاه ساخته شده‌اند، همهٔ فعالیت خود را حفظ می‌کند.

عمل محافظت در مقابل نور می‌تواند درون خود عسل نیز اتفاق افتد به طوری که در مقادیر زیاد عسل در مقایسه با صفحه‌های نازک عسل، پایداری بیشتری دیده می‌شود. عسل سیاهرنگ در مقابل نور مقاومتر از عسل روشن می‌باشد که بدون شک به خاطر آن است که عسل سیاهرنگ کمتر اجازه ورود نور به تودهٔ عسل را می‌دهد. با وجود این، مشاهده گردید که حساسیت به نور نیز به منبع کل عسل بستگی دارد: در یک پارچ ۵۰۰ گرمی که در نور خورشید قرار گرفته، فعالیت ضدباکتریایی برخی از انواع عسل در عرض ۴۸ ساعت کاملاً از بین می‌رود. معلوم شده که پس از گذشت ۶ ساعت، ۶۷٪ تولید پراکسیدهیدروژن از ۴ تا ۵ سانتی‌متری شیشه، کاهش می‌یابد. اختلاف در منبع گل می‌تواند باعث تشخیص مطالعه قبلی باشد که عسل ۲۰ ماه در آزمایشگاه نگهداری شده و به روشنی روز غیرحساس تشخیص داده شده بود.

اجزایی که موجب فعالیت ضدباکتریایی عسل می‌شوند

اسیدیته

pH عسل تا آن حد پایین است که رشد بسیاری از گونه‌های باکتریایی را محدود یا آهسته گرداند. اما اگر عسل با محلولهای بافری نظیر مایعات بدن رقیق شود، اسیدیته عسل ممکن است که خنثی شود.

اسمولاریته

مقدار زیاد قند عسل، موجب می‌شود که آب برای میکروارگانیسم‌ها غیرقابل دسترس باشد. باکتریها و قارچها نمی‌توانند در عسلی که کاملاً رسیده است، رشد نمایند. اما در عسلی که خیلی رقیق شده باشد، گونه‌های بسیاری می‌توانند در آن رشد کنند.

پراکسیدهیدروژن

آنزیم گلوکز اکسیداز که با رقیق شدن عسل فعال می‌شود، پراکسیدهیدروژن را تولید می‌کند که پراکسید هیدروژن، به طور کلی عامل ضدباکتریایی اصلی در عسل می‌باشد. با حرارت دادن عسل و با قراردادن عسل در معرض نور در بعضی عسل‌ها که حاوی یک فاکتور حساس شونده هستند، گلوکز اکسیداز غیرفعال می‌شود.

بعضی از عسل‌ها نیز حاوی موادی هستند که پراکسید تولید شده توسط آنزیم را تخریب می‌کنند.

اجزای دیگر

عسل‌هایی که از برخی منابع گیاهی تهیه شده‌اند، حاوی مواد ضدباکتریایی مختلفی هستند که شاید توسط گونه‌های مشخص گیاهی تولید می‌شوند. این مواد در بعضی از موارد می‌توانند قسمت عمدهٔ فعالیت ضدباکتریایی عسل را باعث شوند.

اگر چه با بر خورد نور پراکسیدهیدروژن تجزیه می‌شود اما این پدیده نمی‌تواند باعث حساسیت فعالیت ضدباکتریایی عسل به نور باشد زیراکه در عسل Full-strength مقدار خیلی کمی پراکسیدهیدروژن وجود دارد. مشخص شده است که گلوکز اکسیداز، که پراکسیدهیدروژن را تولید می‌کند، نسبت به نور حساس است. اختلاف قابل‌توجهی که در مشاهدات مربوط به پایداری فعالیت ضدباکتریایی عسل نسبت به نور دیده می‌شود، می‌تواند با این تشخیص توجیه شود که برای فتواکسیداسیون آنزیم، یک حساس کنندهٔ نوری مورد نیاز است و این حساس‌کنندهٔ نوری به مقادیر مختلف در عسل‌های مختلف وجود دارد.

متغیر دیگر، می‌تواند وابستگی حساسیت نوری به pH باشد که pH در عسل‌های مختلف می‌تواند مابین ۳/۲ و ۴/۵ تغییر پیدا کند. معلوم شده که حساسیت فعالیت گلوکز اکسیداز نسبت به نور در اسیدیته ۸ در حد حداقل بوده و از اسیدیته ۵ به پایین، به شدت افزایش می‌یابد. هنوز مشخص نشده که آیا حساس کنندهٔ نوری توسط pH تحت تأثیر قرار می‌گیرد یا آنزیم.

سیستم تجمع یابندهٔ پراکسیدهیدروژن در عسل، توسط روشنی روز و نور حاصل از لامپهای فلورسنت، به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و نور این لامپها، مضرتر از نور حاصل از لامپهای الکتریکی با نور سفید می‌باشد. معلوم شد در یک نمونهٔ ۱۰ گرمی عسل که به مدت ۲ ساعت در داخل یک لیوان آزمایشگاهی ۵۰ml قرار داده شده تقریباً نیمی از فعالیت آنزیمی از بین می‌رود. با استفاده از لامپها و فیلترهای مختلف معلوم شده که در طول موج باند ۴۲۵ تا ۵۲۵nm ، حساسیت آنزیم یا حساس کنندهٔ نوری به بیشترین مقدار ممکن می‌رسد.

گزارشاتی نیز وجود دارند که در آنها به حساس بودن فاکتورهای ضدباکتریایی غیرپراکسیدی نسبت به نور اشاره شده است.

نتیجه

مشخص شد که توان فعالیت ضدباکتریایی می‌تواند به طور قابل‌توجهی متغیر باشد. به علت دخیل بودن تعداد زیادی از فاکتورهای متغیر، نمی‌توانیم با اطمینان پیش‌بینی کنیم که یک عسل مشخص، دارای فعالیت ضدباکتریایی در حد بالایی خواهد بود. به همین دلیل، عسل‌هایی که برای استفادهٔ درمانی در نظر گرفته می‌شوند، به منظور محرز شدن فعالیت ضدباکتریایی در آنها باید مورد آزمایش قرار گیرند.

اگر در نظر داریم که عسل را به عنوان یک محصول ضدباکتریایی به فروش برسانیم، بایستی به طریقهٔ فرآیند عسل توجه کنیم. عسل را غالباً در دمای ۷۰ تا ۷۵°C پاستوریزه می‌کنند تا مخمرهای عامل فساد عسل‌های پرآب را از بین ببرند و یا این که کریستالهای قند را حل کنند تا باعث شروع گرانولاسیون (شکرک) در عسل مایع نشود. به خاطر نیمهٔ عمر کوتاه فعالیت ضدباکتریایی در دمای پاستوریزاسیون، واضح است که اگر عسل به عنوان یک ضدعفونی کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد، پاستوریزاسیون عسل، عملی نامطلوب است. همچنین توصیه می‌شود که از هر گونه گرمای دیگر در حین فرآیند عسل اجتناب شود و عسل در دماهای پایین نگهداری شود.

موضوع دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد، فرآیند عسل به منظور فروش عسل مایع است. موقعی که عسل به منظور جداسازی گرده و سایر ذراتی که می‌توانند آغازگر شکرک بستن باشند، تصفیه می‌شود ممکن است که همین عمل تصفیه بر روی فعالیت ضدباکتریایی اثر داشته باشد. زیرا معلوم شده گلوکز اکسیداز در فیلتراسیون Seitz بر روی لایه‌های پنبه نسوز فیلتر جذب می‌شود. این مسئله هنوز مورد سئوال است که آیا آنزیم با جذب شدن روی مواد فیلتراسیون که در زلال کردن عسل‌های مایع مورد استفاده قرار می‌گیرد، جدا می‌شود یا خیر. اما بعضی از فیلترهای مورد استفاده در جداسازی پروتئین‌ها از سایر محصولات، بسیار مؤثرند.

برای احتیاط بیشتر در مقابل اتلاف احتمالی فعالیت ضدباکتریایی، عسل‌هایی با فعالیت زیاد، نباید با عسلی که فعالیت کمی دارد مخلوط شوند. عسل با فعالیت کم می‌تواند دارای ترکیباتی باشد که فعالیت ضدباکتریایی را از بین ببرند.

موضوع مهم دیگر، اتلاف فعالیت ضدباکتریایی، در اثر نور می‌باشد. به دلیل این که عسل حاصل از برخی منابع گلی می‌توانند حساس به نور باشند و همچنین به دلیل این که بعضی از عسل‌ها می‌توانند خیلی حساس باشن، عسلی که برای استفاده درمانی معرفی می‌گردد، باید از اثر نور محافظت شود تا از کاهش احتمالی فعالیت ضدباکتریایی ممانعت به عمل آید. به منظور خرده فروشی بهتر است عسل را در بسته‌های شیشه‌ای قهوه‌ای، نظیر سایر محصولات دارویی، بسته‌بندی نمود.

پاورقی

1- Inhibin number 2- Normal Gaussian distribution 3- Heather honey

۴- عسل Full-Strength ، عسلی است که حاوی مقادیر زیادی گلوکز و فروکتوز باشد.

تشکر و قدردانی

از استاد ارجمند آقای دکتر جواد پوراصغر به خاطر راهنمایی‌های لازم در ترجمهٔ مقاله و در اختیار گذاردن مقاله به زبان اصلی، سپاسگزاری می‌نمایم.

منبع مورد استفاده

Bee World 73(2):59-76, 1992