الميكروبات غذاء

الحاجة أم الاختراع ... مثال لم ينشأ من فراغ ... حكمة باقية بقاء العقل المدرك والفكر المدبر ... لم يعرف الإنسان الزراعة ، إلا عندما لم يجد كفايته من النباتات الطبيعية المرغوبة ... ولم يربى الإنسان الحيوانات الداجنة والأغنام والماشية إلا عندما لم يجد كفايته من نتاج صيده ... ولم يفكر إنسان العصر الحديث فى زراعة الأسماك إلا عندما اشتدت حاجته إلى البروتينات الحيوانية ، ولم يكفه منها نتاج البر وصيد البحر .

إزدحمت الأرض بسكانها ... اختل توازن أحيائها ... إختفت أحياء وسادت أحياء أخرى ... تربع الإنسان على قمة الأحياء ... أصبح معظم ما فى الأرض من حيوان ونبات وحتى الكثير من مواد الأرض فى خدمة الإنسان . والآن وقد كثرت أعدادنا ، وتعدينا الستة مليارات ، بعد أن كان ثلث أعدادنا فقط يقطن العالم منذ قرن من الزمان ، وسدس هذا العدد فقط منذ قرنين من الزمان ... الآن نشعر بالإزدحام ... نشعر بضغوط الحياة ... نصرخ من عدم كفاية ما تنتجه أرضنا من غذاء . لم تتغير مساحة الأرض ، ولكن تغيرت أشكال الحياة ووسائل المعيشة وأنماط الغذاء . اليوم ونحن نواجه تزايداً مطرداً فى الكثافة السكانية ، تشتد حاجتنا إلى المزيد من الغذاء لتغطية مطالب كثير من مناطق الجوع فى العالم ولسد حاجة الأفواه المتزايدة فى الأجيال القادمة وليس أمامنا إلا أن نفكر وأن نتدبر حلولاً قابلة للتنفيذ لهذه المشكلة فى ضوء قول الحق تبارك وتعالى :

(وسخر لكم ما فى السماوات وما فى الأرض جميعا منه إن فى ذلك لآيات لقوم يتفكرون) *

---

* الجاثية ، 13

تعددت فى عصرنا هذا مشاكل الغذاء ، ومن أبرز هذه المشاكل مشكلة الغذاء البروتينى ، فالبروتين هو المادة الأساسية لبناء أجسامنا ولتعويض ما تلف منها ، وهو يكمن فى اللحوم والبيض والألبان ومنتجاتها ، وبعضه نجده فى النباتات ، إلا أن البروتين النباتى كثيراً ما تنقصه أحماض أمينية معينة تعتبر أساسية لأجسامنا . لهذا كان للبروتينات وخاصة الحيوانية منها ، إهتمامات خاصة تفوق اهتماماتنا بغيرها من مكونات غذائنا ، فالإنسان يحتاج من البروتينات ما بين 50 إلى 80 جرام فى اليوم الواحد ، أى أن العالم اليوم يحتاج منه إلى حوالى 400 ألف طن يومياً أو حوالى 146 مليون طن سنوياً فى المتوسط .

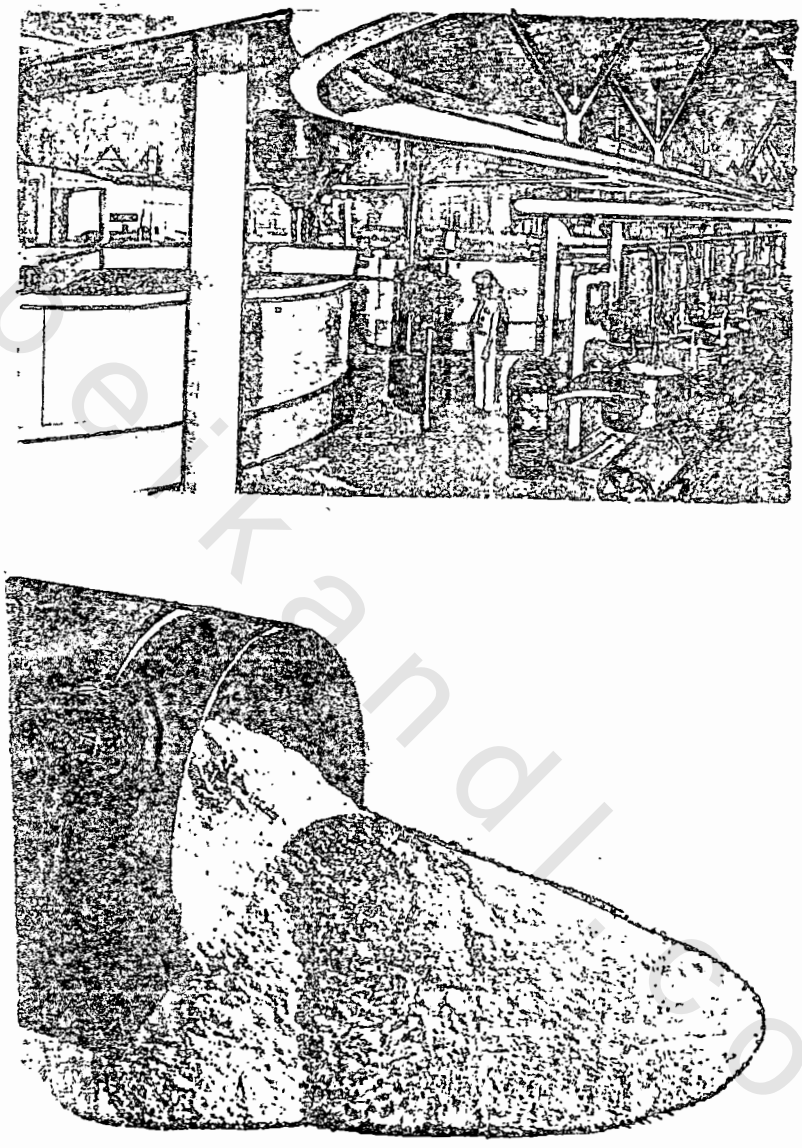
إتجه العالم ، ضمن ما إتجه فى بحثه عن مصادر جديدة للبروتين ، إتجه إلى بروتين الخلية الواحدة ... إلى بروتين الكائنات الدقيقة ، معظم هذه الكائنات تنمى على بقايا المحاصيل وعلى الأخشاب ومخلفات صناعة الأوراق ، وكذلك على البترول ، حيث نحصل منها على البروتين . بعض هذا البروتين سبق الحديث عنه عندما تكلمنا عن الطحالب الميكروسكوبية .

إن التغذية على كائنات دقيقة ليست عملية جديدة على الإنسان ، فقد بدأت قبل معرفة الإنسان لتلك الكائنات بآلاف السنين ، فصناعات التخمير المختلفة كصناعة الخبز وكثير من الفطائر والمعجنات والألبان المخمرة وبعض أنواع الجبن تحتوى مع مكوناتها الأساسية على كائنات مجهرية حية نتغذى عليها ونستطعمها ، فهى تعطى للطعام نكهة خاصة مميزة ومذاقاً مستحباً ، فالخبز الذى نأكله ، يحتوى على نسب تتراوح ما بين 1 إلى 4 % من وزن الدقيق المستخدم من فطر الخميرة الوحيد الخلية ، والألبان المخمرة مثل اللبن الزبادى يحتوى على أعداد كبيرة من البكتيريا المنتجة لحمض اللاكتيك تتراوح أعدادها ما بين 10 مليون إلى 10 مليار خلية بكتيرية حية لكل جرام واحد من اللبن المتخمر .

مع أوائل القرن الماضى بدأ التفكير فى زراعة الكائنات الدقيقة للإستخدام المباشر كغذاء للإنسان ، فقد استخدم الألمان ، أثناء الحرب العالمية الأولى (1914-1918) ، خميرة البيرة المعروفة علميا باسم سكارومييسيز سرفيسيا *Saccharomyces cerevisiae* ، والمنماة على المولاس وأملاح النشادر كغذاء للإنسان. وخلال الحرب العالمية الثانية (1939-1945) ، حيث كانت الشعوب الأوربية تعانى نقصا فى البروتين ، عالج الإنجليز ذلك بتنمية الخميرة كانديدا يوتيلس *Candida utilis* على المولاس ، واستخدمت الخميرة الناتجة كمكمل غذائى لرفع نسبة البروتين فى الغذاء.

نتج عن زيادة معدلات الخميرة فى الغذاء حالات حساسية عزيت إلى زيادة مجموعة فيتامين B فى الغذاء hypervitaminosis . بعد إنتهاء الحرب العالمية الثانية أقيم بترينيداد بأمريكا الوسطى مصنعا لإنتاج الخميرة على مخلفات صناعة السكر ، وكان المنتج يسوق فى الهند وماليزيا وشرق أفريقيا.

إن الزيادة الكبيرة فى تعداد السكان خلال النصف الثانى من القرن الماضى ، وما تبع ذلك من نقص شديد فى الغذاء ، أدى إلى ظهور أمراض ناتجة عن سوء التغذية وخاصة المتسببة عن نقص البروتين. كل هذه العوامل مجتمعة شجعت البحث عن مصادر جديدة للغذاء مع التركيز على الغذاء البروتينى. لهذا الغرض تشكلت فى عام 1955 المجموعة الاستشارية للبروتين والتى يرمز إليها بالرمز PAG لمساعدة المنظمتين الدوليتين للصحة WHO وللأغذية والزراعة FAO. إهتمت المجموعة بالبروتين الناشئ عن اللبن الفرز ودقيق فول الصويا ، ثم تركز الاهتمام على البروتين الميكروبى ، أى بروتين الخلية الواحدة. وقد حفز المجموعة الاستشارية للبروتين على تركيز إهتماماتها على البروتين الميكروبى ، ما ثبت من أن البروتين الميكروبى يتفوق فى كفاءته الإنتاجية على كفاءة إنتاج الأنواع الأخرى من البروتين ، فكيلوجرام واحد من الأبقار ينتج جراما واحدا من



شكل 21 : مصنع لإنتاج الخميرة للغذاء (أعلى) والخميرة الناتجة وقد صب من أحد البراميل (أسفل)

البروتين يوميا ، بينما كيلوجراما واحد من فول الصويا ينتج يوميا عشرة جرامات من البروتين فى اليوم ، فى حين أن كيلوجراما واحدا من فطر الخميرة ينتج حوالى 1500 جرام بروتين يوميا. أما فى حالة تنمية البكتيريا كغذاء بروتينى فإن الإنتاج يزيد كثيرا عن الحالات السابقة إذا ما توفرت ظروف النمو المثالية. وترجع الزيادة الكبيرة فى الإنتاج فى حالة الكائنات الدقيقة إلى سرعة تكاثرها ، حيث يتم الجيل فى الخميرة خلال ساعة إلى ساعتين ، وفى البكتيريا يتم ذلك فى أقل من الساعة.

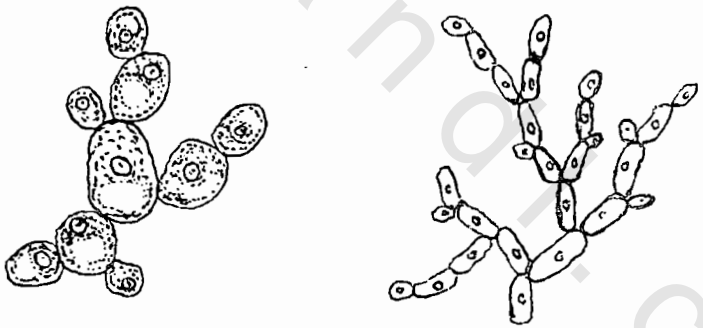
جدول 7

سرعة تكاثر الكائنات الحية الممكنة إستخدامها كغذاء بمقارنتها بالأغذية التقليدية

نوع الغذاء	مدة تضاعفه فى الوزن تحت أنسب الظروف	عدد مرات تضاعفه فى الوزن	
		بعد 24 ساعة	بعد سبعة أيام
بكتيريا	0.5 ساعة	250.000.000.000.000	10×500^{96}
خميرة	1.0 ساعة	16.000.000	10×250^{48}
طحلب وحيد الخلية	12 ساعة	4	16.000
نبات زهرى	168 ساعة	0.14	1.0
حيوان ثديى	720 ساعة	0.03	0.23

والخمائر مع غيرها من الفطريات والبكتيريا تهيئ لنا وسيلة لزيادة الإنتاج الغذائى وبخاصة البروتينى منها ، وذلك بتحويلها لأنواع رخيصة القيمة من المواد الكربوايدراتية أو الهيدروكربونية إلى بروتينات دون فقد الكثير من الطاقة الموجودة أصلا. ومن أهم الخمائر التى ثبت نجاحها فى هذا المجال خميرة كانديدا يوتيلس ، وهى خميرة غير متجرثمة ، ذات طعم ورائحة مقبولين ، ويمكن تنميتها جيدا على

مخلفات زراعية رخيصة مثل مولاس السكر ونواتج التحلل المائى للخشب وبعض مخلفات صناعة الورق وغيرها• تنمو خميرة الكانديدا جيداً فى غياب النتروجين العضوى ، ويمكن إستخدام أملاح الأمونيوم لتزويد بيئة النمو بعنصر النتروجين ، وكذلك فهى تنمو على السكريات الخماسية بجانب قدرتها على إستخدام السكريات السداسية ، ولا تحتاج هذه الخميرة إلى فيتامينات أو عوامل نموٍ خاصة ، وكذلك فهى تتحمل التركيزات العالية من الكبريتيت•



شكل 22 : فطريات خميرة تستخدم كغذاء
يمين : كانديدا يوتيلس
يسار : سكاروميسير سرفيسي

obeikandl.com

تتضاعف خلايا الخميرة عند وضعها فى البيئة المناسبة خلال بضعة ساعات ، ويتوقف المحصول النهائى منها على نوع الخميرة المستخدمة وعلى كميات ونوعيات الغذاء المنماة عليه وعلى درجة الحرارة والتهوية وعلى عمر المزرعة. وعادة يجفف محصول الخميرة الناتج على حرارة مرتفعة تقتل الخمائر وتحسن من قابلية بروتينها للهضم.

يقدر محصول الخميرة الجافة ، والتى تحتوى على 7 % رطوبة ، بحوالى 45 إلى 50 % من وزن السكر الموجود أصلاً فى بيئة النمو. وقد أمكن الحصول على طن من الخميرة الجافة يومياً من كل برميل ملىء بيئة مغذية تحتوى على حوالى 1500 كيلوجرام من السكر والمضاف إليه 225 كيلوجرام من بادئ الخميرة. المحصول الصافى الناتج من كل برميل وهو حوالى 775 كيلوجرام يعادل فى قيمته الغذائية خمسة عشر رأساً من الماشية ، حيث تحتوى الخميرة الجافة الناتجة على 45 – 50 % من وزنها بروتين.

إستخدام الخميرة كغذاء للإنسان بدلاً من اللحوم ليس هو المطلب الحالى ، فمعظمنا يفضل الحصول على البروتين من اللحوم ، لكن ليس فى إمكانيات الكثير الحصول عليه من اللحوم. إنتاج البروتين الحيوانى يتطلب خسائر كبيرة فى الطاقة الغذائية. ففى حسابات ثايسن Thaysen سنة 1943 وجد أن محصول فدان من محصول كربوإيدراتى إذا غذيت به ماشية فإنه يمكنه إنتاج 30 كيلوجراماً من البروتين فى صورة لحوم أو ألبان ، فى حين أن نفس المحصول يمكن إستخدامه فى إنتاج 380 كيلوجراماً من البروتين فى صورة خميرة.

إستخدام الخميرة كمصدر رئيسى لبروتين الإنسان لم ينجح حتى الآن إذ أن الإكثار منها تضر الإنسان فى كثير من الحالات ، ولكنها نجحت كغذاء إضافى للإنسان بجانب المصادر البروتينية الأخرى ، فيمكن خلط الخميرة بالدقيق عند عمل الخبز والحصول على خبز به معدلات بروتين مرتفعة وله نكهة اللحوم ، وقد ذكر

جوبين Gubin سنة 1944 أن إضافة 42 جرام من الخميرة إلى رغيف الخبز يرفع قيمة الرغيف الغذائية بما يعادل 2.5 بيضة أو 115 جرام من اللحم البقرى أو 56 جرام من الجبن.

وقد نصحت هيئة التغذية لأمريكا الوسطى وبنما INCAP فى حالات سوء التغذية الشديد والنقص الواضح فى البروتين والذى يؤدى إلى ظهور مرض كواشيوركور Kwashiorkor ، المنتشر بين الأطفال فى أماكن المجاعات ، والذى تظهر أعراضه فى فقر الدم والاستسقاء وإنتفاخ فى البطن وضمور فى العضلات وبهتان لون الجلد مع تسلخه وتساقط فى الشعر أو تغير فى لونه ، بالتغذية على خبز مصنع من دقيق مضاف إليه خميرة ويتركب كالآتى :

دقيق ذرة شامى كامل	% 29
دقيق ذرة رفيعة كامل	% 29
كسب بذرة قطن	% 38
خميرة تريولا	% 3
كربونات كالسيوم	% 1

ويضاف إلى ما سبق 4500 وحدة فيتامين A لكل 100 جرام خليط. الخليط السابق يحتوى على 27.5 % بروتين ، نوعيته تشبه نوعية بروتين اللبن ، وقد أدت التغذية عليه إلى نتائج تشبه نتائج التغذية على بروتين حيوانى.

تحتوى بروتينات الخميرة على جميع الأحماض الأمينية الأساسية ، إلا أنها أقل فى القيمة الغذائية من البروتين الحيوانى ، وذلك لإنخفاض نسبة الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت مثل المثيونين والسيسيتين (جدول 4) ، ولهذا فإنه عند استخدامها للتغذية تكون فاعليتها عالية إذا أعطيت فى حدود 50 % من الغذاء البروتينى. ويعتقد أن إضافة الخميرة مع فيتامين C إلى غذاء المسنين يفيد فى تقليل أمراض الشيخوخة.