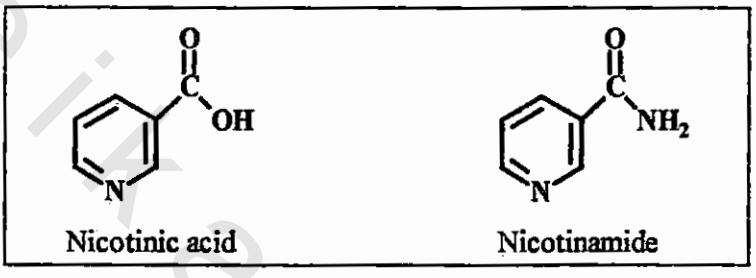
الفصل التاسع

النياسين (فيتامين ب٥ $Vit.B_5$) Niacin

١- التركيب الكيميائى



يلقب فيتامين ب٥ بالنياسين وذلك للتعبير عن حمض النيكوتينيك Nicotinic acid (ومجازاً للنيكوتين أميد Nicotinamide) ولمنع الالتباس مع النيكوتين Nicotine؛ وهذا لعدم وجود علاقة فسيولوجية بين النياسين والنيكوتين. وقد كان حمض النيكوتينيك معروفاً للكيميائيين منذ عام ١٨٦٧ كناتج من أكسدة النيكوتين، ولم يعرف أنه أحد أفراد عائلة فيتامين ب المركب ومضاداً لمرض البلاجرا Pellagra إلا فى عام ١٩١٢. ويحضر الفيتامين بسهولة عن طريق أكسدة النيكوتين بالعوامل المؤكسدة القوية مثل برمنجنات البوتاسيوم أو حمض النيتريك المدخن Fuming nitric acid.

٢- الخواص والتفاعلات

يذوب حمض النيكوتينيك (بلورات إبرية بيضاء) بقلة فى الماء (١٪) وبسهولة فى الكحولات والمحاليل القاعدية، محلوله المائى حمضى التأثير، ثابت تجاه حرارة الغليان (١٠٠°م) فى المحاليل المتعادلة والحمضية والقاعدية والأكسدة، غير ثابت

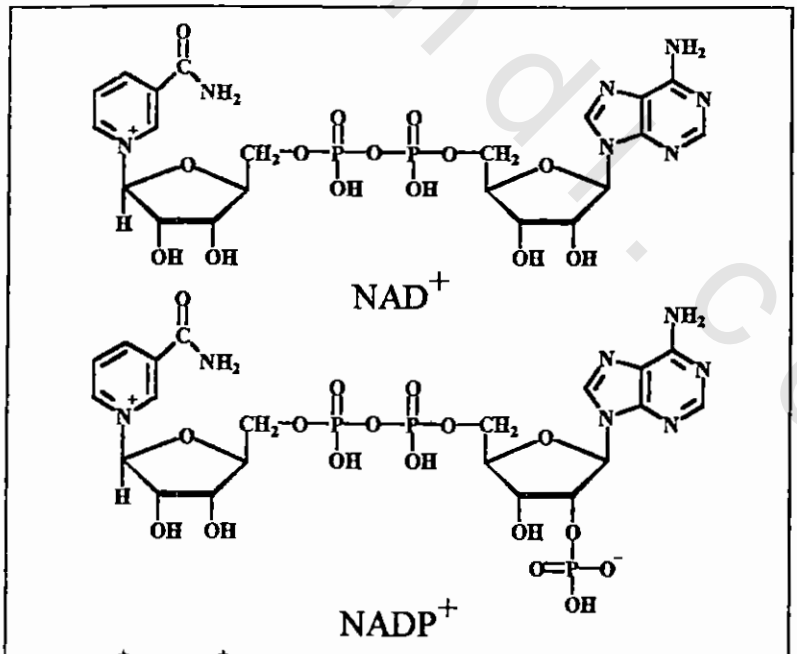
تجاه الاختزال. أما النيكوتين أميد (بلورات بيضاء) فأكثر ذوباناً من الحمض ذاته، ويتحلل بسرعة إلى حمض نيكوتينيك بالتسخين فى المحاليل الحمضية والقاعدية.

٣- صور الفيتامين النشطة

يوجد النياسين فى جميع الأنسجة النباتية والحيوانية فى صورة المعاونين الإنزيميين:-

١) NAD^+ (نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكلوتيد Nicotinamide Adenine Dinucleotide):- وكان يسمى بمعاون إنزيم ١ [Co I] (شكل ٩-١).

٢) $NADP^+$ (نيكوتين أميد أدينين ثنائي النيوكلوتيد فوسفات Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate):- وكان يسمى باسم معاون إنزيم ٢ [Co II]. وتركيبه الكيميائى هو نفس تركيب المعاون الأول NAD^+ مع وجود مجموعة فوسفات على ذرة الكربون الثانية فى سكر الريبوز (شكل ٩-١).



شكل (٩-١): التركيب الكيميائى للمعاونين الإنزيميين NAD^+ و $NADP^+$

٤ تخليق النياسين من التربتوفان

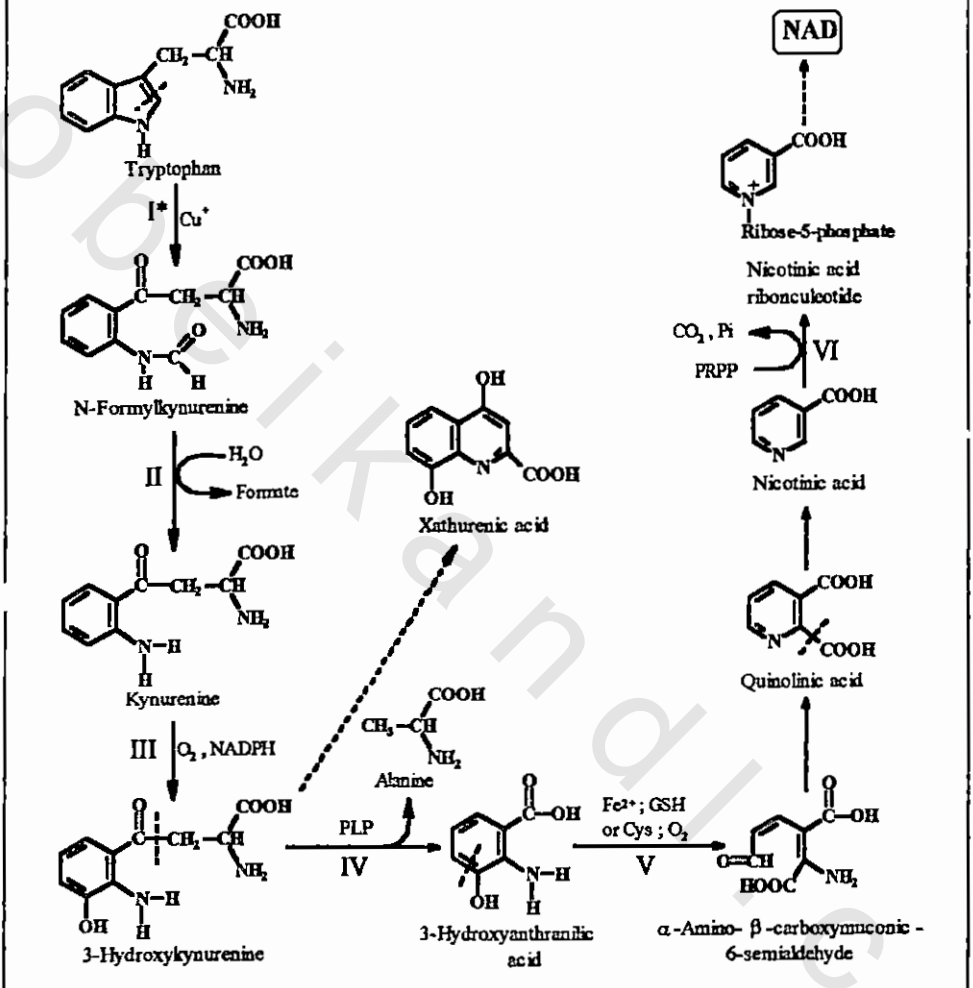
يخلق النياسين فى البكتريا والإنسان والحيوان من الحمض الأمينى الضرورى تربتوفان Tryptophan. أما فى النبات فيخلق من الجليسرول وحمض السكسينيك. يصعب إحداث حالات مرضية لنقص النياسين؛ وذلك لأنه فى حالات النقص الشديدة تستطيع أنسجة الجسم (إنسان أو حيوان) أن تخلقه نسبياً من تربتوفان. ولذلك، ليس من الضرورى نقص النياسين فى الغذاء أن يؤدى إلى نقص النياسين.

هذا، ويعتبر النياسين أحد الفيتامينان الذى يستطيع الجسم تخليقهما (الآخر هو فيتامين د). كما إن وجود التربتوفان فى الأغذية يعطيها قيمة غذائية عالية.

فكما يتضح من شكل (٩-٢)، تحول الحمض الأمينى الضرورى تربتوفان إلى نياسين يلزمه فوسفات البيريدوكسال Pyridoxal phosphate (PLP) (معاون إنزيمى) بصورة مطلقة. لذلك، فى حالات نقص البيريدوكسال (ب٦) يلاحظ خروج كميات كبيرة وغير طبيعية من مركب كينورينين Kynurenine وحمض زانثيورينيك Xanthurenic acid فى البول. لهذا، يعتبر إخراج حمض الزانثيورينيك فى البول بعد تناول جرعة من التربتوفان مؤشراً حساساً Sensitive index (دليل اختبار) لحالة فيتامين ب٦ فى الجسم.

فى حالات الحمل ، تفرز كميات كبيرة أيضاً من حمض الزانثيورينيك، ولكن ذلك يعزى إلى تأثير الهرمونات الإستيروجينية والبروجسترونية Oestrogenic and progestational hormones المرتفع.

بصفة عامة، لا يمكن الاعتماد على هذا المصدر فى سد احتياجات الجسم من الفيتامين؛ فمتوسط الاحتياج اليومى للشخص البالغ من النياسين يبلغ حوالى ٢٠ ميللى جرام، بينما كفاءة تحويل التربتوفان إلى نياسين فتبلغ واحد ميللى جرام نياسين من كل ٦٠ ميللى جرام تربتوفان.



شكل (٩-٢): تخليق النياسين من الحمض الأمينى تربتوفان

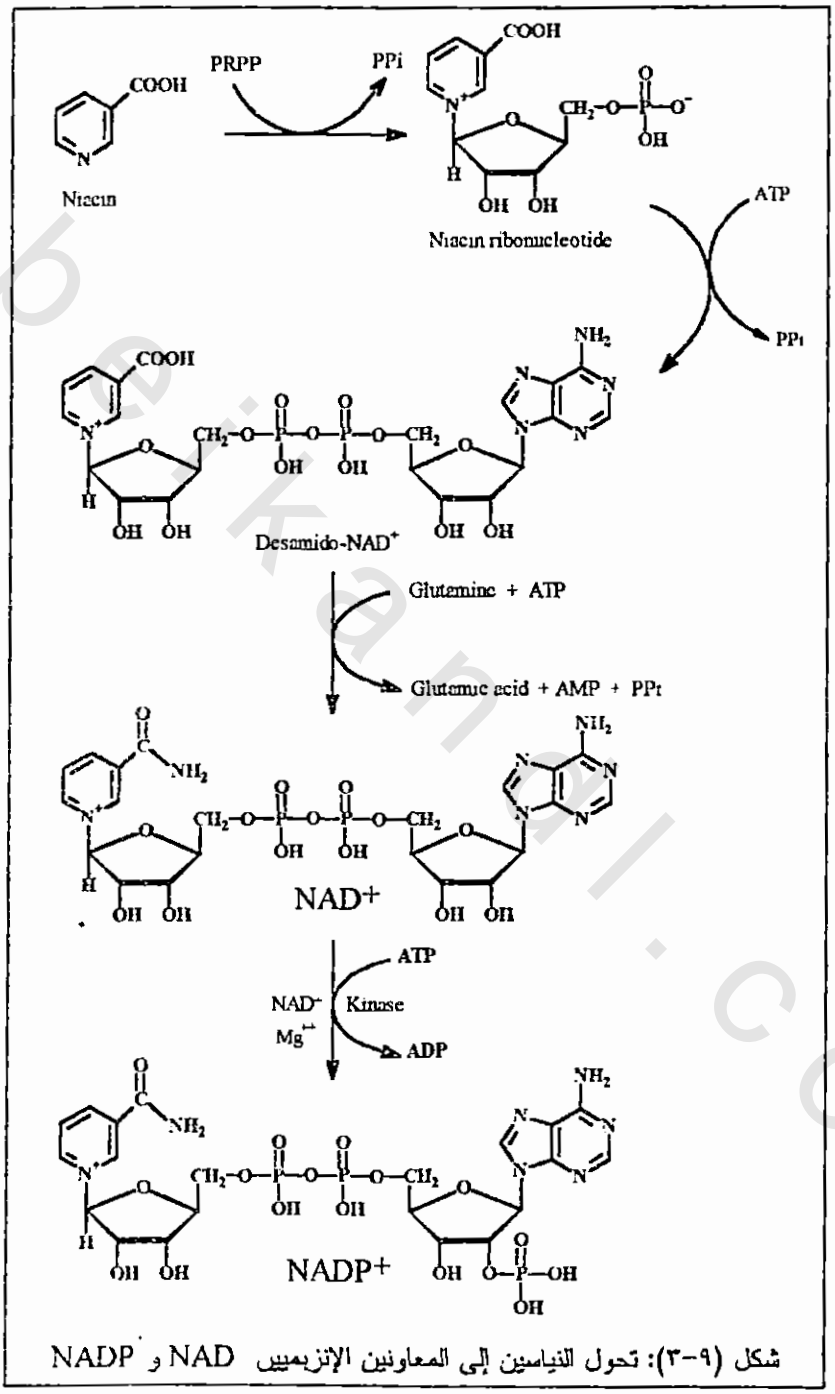
I: Tryptophan 2,3-dioxygenase، II: Formamidase، III: Kynurenine 3-oxygenase، IV: Kynureninase، V: 3-Hydroxyanthranilate oxygenase، VI: Quinolinate
PRPP: 5-Phosphoribosyl-1-pyrophosphate، transphosphoribosylase: PLP، Pyridoxal phosphate، *: فى حالة مرض Hartnup's disease.

٥- تحول النياسين إلى صـور المعاونات الإنزيمية

يخضع النياسين (حمض نيكوتينيك) الممتص من الأمعاء للعديد من التغيرات والتفاعلات التمثيلية فى أنسجة الجسم، والجزء اللازم لوظائف الجسم من النياسين يتحول إلى مشتقات المعاونين الإنزيميين NAD^+ و $NADP^+$.

يبدأ تحول النياسين (حمض نيكوتينيك) إلى NAD^+ بتكوين النياسين ريبونيوكلوتيد Niacin ribonucleotide من حمض النيكوتينيك وفوسفوريبوزيل بيروفوسفات Phosphoribosyl pyrosphosphate (PRPP) (شكل ٩-٣). بعد ذلك، يُنقل إلى الناتج شق أدينوزين أحادى الفوسفات Adenosine mono-phosphate (AMP) فيتكون المشتق Desamido-NAD^+ (NAD^+ ينقصه الأميد). فى الخطوة الأخيرة، تنتقل مجموعة أميد Amide group من الجلوتامين Glutamine إلى مجموعة كربوكسيل النياسين، فيتكون المعاون الإنزيمى NAD^+ مكتملاً. إذن الفرق الوحيد بين Desamido-NAD^+ و NAD^+ هو أن شق النياسين فى المركب الأول يحتوى على مجموعة كربوكسيل حرة، بينما السلسلة الجانبية للنياسين فى المركب الثانى (NAD^+) تكون فى صورة أميد. على ما يبدو أن أنسجة الجسم غير قادرة على تحويل النياسين الحر مباشرة إلى نيكوتين أميد، لكنها تستطيع إنجاز ذلك فقط عندما يكون النياسين جزءاً مكملاً للنيوكلوتيد الثنائى.

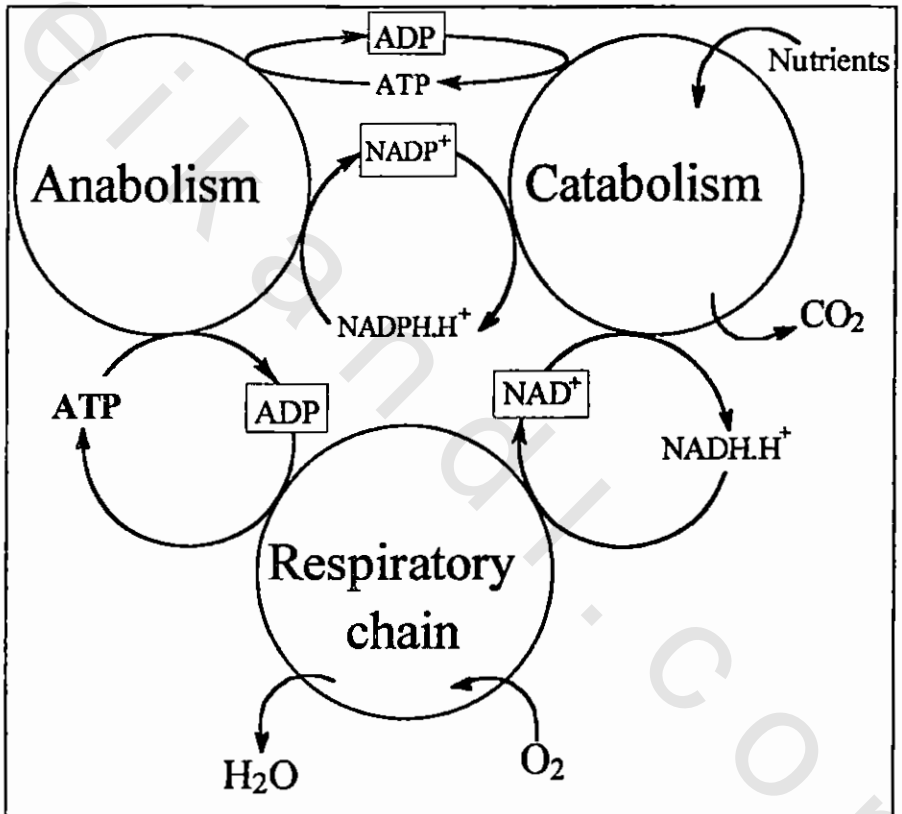
يخلق المعاون الإنزيمى الثانى ($NADP^+$) من المعاون الإنزيمى الأول (NAD^+) عن طريق فسفرة مجموعة الهيدروكسيل التى على الذرة الثانية (C-2') فى شق الريبوز Ribose المرتبط بالأدينين Adenine (2'-Hydroxyl group). وتستمد هذه المجموعة الفوسفاتية Phosphoryl group من الأدينوزين ثلاثى الفوسفات ATP فى تفاعل يحفزه إنزيم الكينيز NAD^+ Kinase فى وجود أيون الماغنسيوم Mg^{++} (شكل ٩-٣).



شكل (٩-٣): تحول النياسين إلى المعاونين الإنزيميين NAD و NADP

٦- الوظائف التمثيلية

الدور الأمثل للنياسين هو توسطه عمليات التمثيل الغذائى Metabolism سواء كانت عمليات هدم Catabolism أو بناء Anabolism؛ وذلك من خلال دخوله كجزء تركيبى وظيفى فى صورة نيكوتين أميد فى المعاونين الإنزيمين NAD^+ و$NADP^+$ (شكل ٩-٤).



شكل (٩-٤): توسط المعاونان الإنزيميان NAD^+ و $NADP^+$ عمليات التمثيل الغذائى (هدم Catabolism وبناء Anabolism)

النياسين يمثل الجزء الأساسى الفعال فى تركيب الـ NAD^+ والـ $NADP^+$ ووظيفته

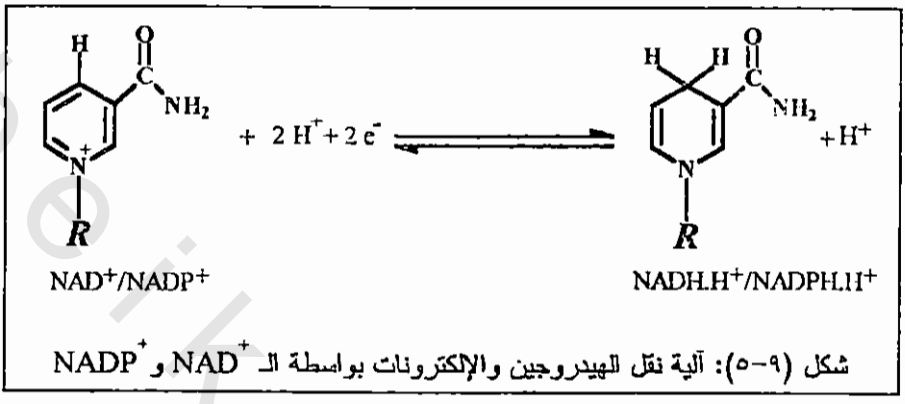
هى وظيفة هذان المعاونان. يعمل المعاونان كمستقبلين Acceptors لذرات الهيدروجين فى تفاعلات الأكسدة والاختزال Redox reactions مع إنزيمات نزع الهيدروجين (الديهيدروجينيز) Dehydrogenase.

فكما هو معروف أن عملية الهيدرجة Hydrogenation هى التمثيل (الأيض) الأولى Primary metabolism لعمليات الأكسدة الحيوية Biological oxidations. ويتم نقل زوجان Pairs من ذرات الهيدروجين من جزىء مادة التفاعل Substrate فى وجود المستقبل (NAD^+ أو $NADP^+$). وعادة ما يكون زوج ذرتا الهيدروجين (2H) متأينتان فى الوسط منتجتا بروتونين $2H^+$ وإلكترونين $2e^-$. فى حالة أكسدة مادة التفاعل، تستقبل حلقة النيكوتين أميد (فى الـ NAD^+ أو الـ $NADP^+$) بروتون واحد وإلكترونين، وهم بذلك يكافئوا أيون هيدريد (H^-) Hydride ion. أما البروتون الآخر، فلا يرتبط مع المعاون بل يبقى كما هو متأيناً فى الوسط. لهذا السبب، المعاونان فى الصورة المختزلة يشار إليهما $NADH.H^+$ و $NADPH.H^+$؛ وليس بالصيغة $NADH_2$ و $NADPH_2$ كما هو الحال مع المعاون الإنزيمى FAD الذى يستقبل بالفعل زوجين من البروتونات (2H) وزوجين من الإلكترونات ($2e^-$). الجزء النشط فى جزيئا المعاونين الإنزيمين (NAD^+ و $NADP^+$) هو ذرة الكربون المقابلة لذرة النيتروجين فى حلقة البيريدين Pyridine ring (النيكوتين أميد) (شكل ٩-٥).

وكما هو الحال مع المعاون الإنزيمى FAD؛ عملية الهيدرجة تكون عكسية. ويمكن نقل البروتون والإلكترونان عقب ذلك إلى مستقبل مناسب آخر.

المعاون الإنزيمى NAD^+ يمثل الحامل الرئيسى للهيدروجين والإلكترونات فى تفاعلات أكسدة الجزيئات الغنية بالطاقة (الجلوكوز، الأحماض الدهنية، نواتج نزع الأمين Deamination products من الأحماض الأمينية) بينما المعاون الإنزيمى

$NADP^+$ يمثل حامل الهيدروجين والإلكترونات في دورة السكرات الخماسية Pentose Phosphate Pathway (PPP) (مسار فوسفات البنتوز).



شكل (٩-٥): آلية نقل الهيدروجين والإلكترونات بواسطة الـ NAD^+ و $NADP^+$

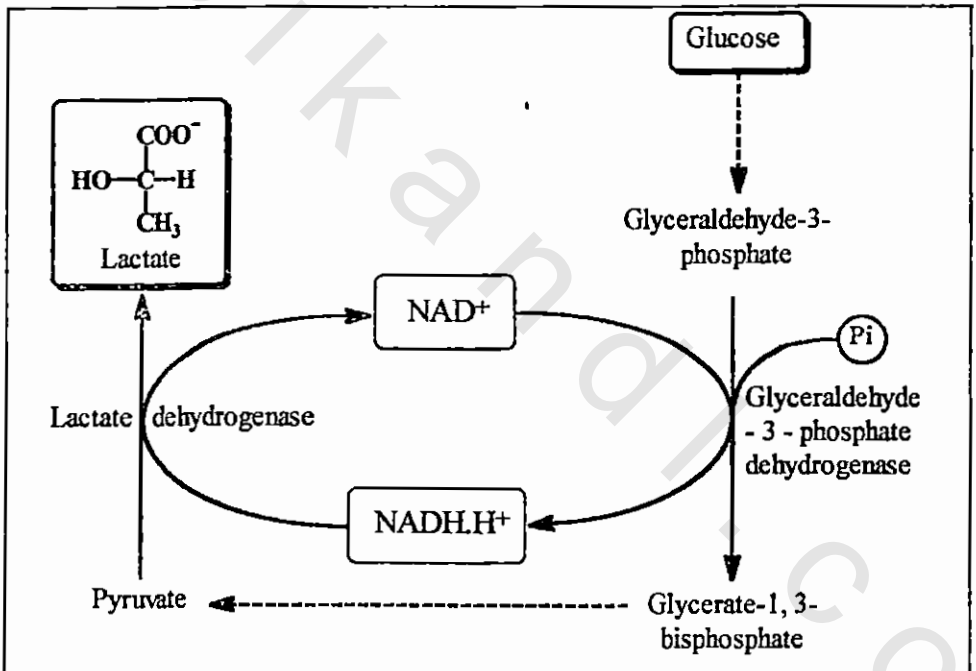
هناك مستقبلات مختلفة للبروتون والإلكترونين $H^+/2e^-$ المحمولة على الـ $NADH.H^+$ والـ $NADPH.H^+$، فالمعاون الأول ($NADH.H^+$) يتأكسد بواسطة سلسلة التنفس لتوليد الطاقة في صورة أدينوزين ثلاثي الفوسفات ATP. بينما يعتبر المعاون الثاني ($NADPH.H^+$) المعطى الرئيسي للهيدروجين والإلكترونات في التخليق الحيوي الاختزالي Reductive biosynthesis (مثل تخليق الأحماض الدهنية والإستيرويدات ... الخ).

بالإضافة إلى ذلك، في الأنسجة؛ هناك اتزان بين صور المعاونات المؤكسدة والمختزلة ($NAD^+/NADH.H^+$ و $NADP^+/NADPH.H^+$)، وتختلف نسب توزيع هذه المعاونات تبعاً لنوع النسيج، وعادة ما يكون تركيز المعاون NAD^+ أكبر من تركيز المعاون $NADP^+$.

تحت الظروف اللاهوائية (عدم وجود الأوكسجين أو وجود أوكسجين وعدم استطاعة الخلايا الاستفادة منه)، هناك أكثر من آلية لاستعادة المعاون الإنزيمي NAD^+ (كمية NAD^+ محدودة في الخلايا) لاستمرار مد الخلية (أو العضو)

بالطاقة من مصادر أخرى غير سلسلة التنفس Respiratory chain. ومن أبرز هذه الآليات:-

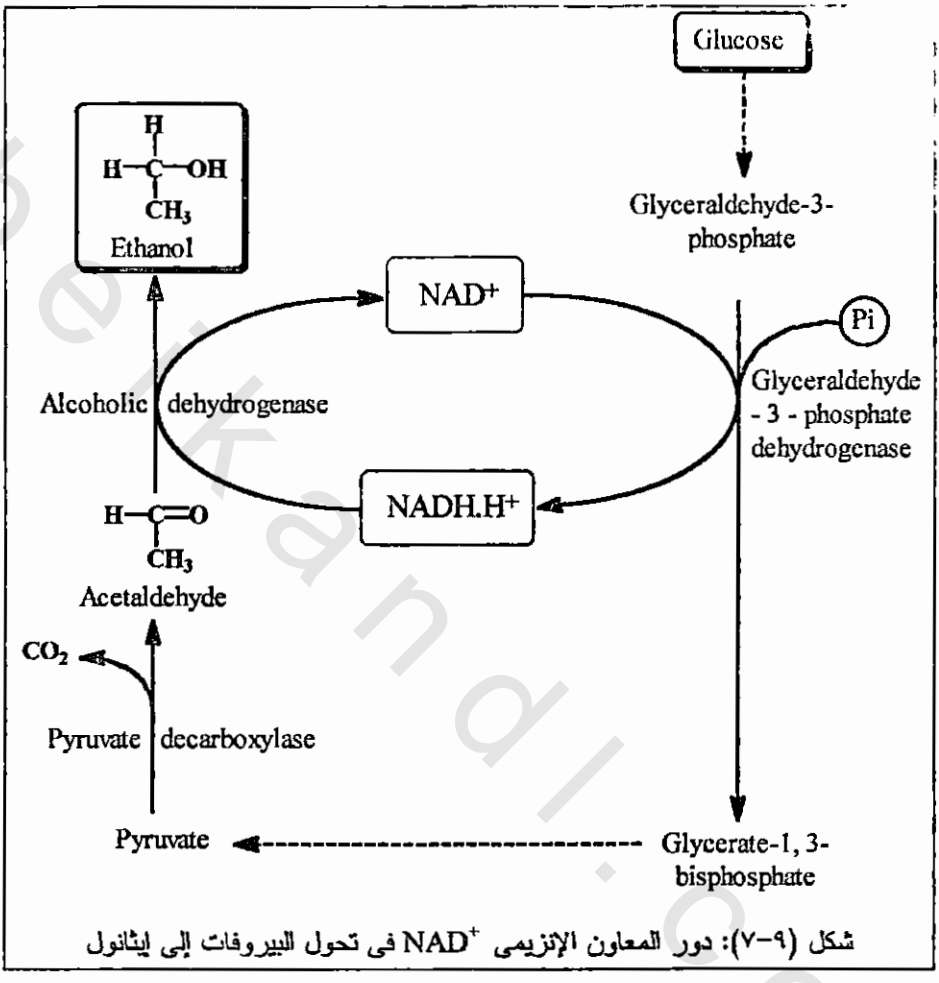
١) تحول البيروفات Pyruvate إلى لاكتات Lactate:- خلايا العضلات Muscle cells في حالة انقباض العضلات بسرعة وبعض أنواع البكتريا (مثل *Lactobcillus*) تنتج NAD^+ من $NADH.H^+$ عن طريق تحول البيروفات إلى لاكتات وهذا ما يطلق عليه تخمر حمض اللاكتيك Lactic acid fermentation (شكل ٩-٦).



شكل (٩-٦): دور المعاون الإنزيمي NAD^+ في تحول البيروفات إلى لاكتات

٢) تحول البيروفات Pyruvate إلى إيثانول Ethanol:- الخمائر Yeasts تحت الظروف اللاهوائية تقوم بتحويل البيروفات إلى إيثانول وتستعيد بذلك المعاون الإنزيمي NAD^+، وهذا ما يطلق عليه التخمر الكحولي Alcoholic

fermentation (شكل ٩-٧).



شكل (٩-٧): دور المعاون الإنزيمى NAD^+ فى تحول البيروفات إلى إيثانول

ومما هو جدير الذكر، يلعب المعاون الإنزيمى NAD^+ دوراً أيضاً فى تنشيط آلية إصلاح (ترميم) الحمض النووى دنا DNA repair mechanism وتنظيم نشاط بعض الإنزيمات. وفيما يختص بهذا، المركب ADP-ribose الذى يتحرر من المعاون الإنزيمى NAD^+ يكون هو الهام فى هذا التنظيم (النيكوتين أميد يتحرر حراً أيضاً). ومن ناحية أخرى، المركب Cyclic–ADP–ribose المتكون من

النعاون NAD^+ يلعب دوراً فى عملية التحكم فى تركيزات الكالسيوم فى داخل الخلايا Intracellular concentration of calcium.

٧- امتصاص النياسين

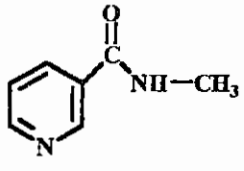
يتراوح مستوى النياسين فى الدم بين ٠,٤٢ و ٠,٨٤ ميللى جرام/١٠٠ مل. ويمتص حمض النيكوتينيك جزئياً فى الصائم Jejunum عن طريق آلية نقل نشط تعتمد على أيونات الصوديوم Na^+-dependent active transport mechanism (نقل نشط)، وينتقل إلى الدم ثم إلى الأعضاء والأنسجة؛ حيث يتحول إلى المعاونات الإنزيمية. أما تفاصيل امتصاص حمض النيكوتينيك، فمازالت غير واضحة على وجه الدقة.

٨- تخزين النياسين

النياسين فى الجسم فى حركة دائمة بين صوره المختلفة، وبذلك يمكن إن يقال أنه يصعب تخزين النياسين فى الجسم (لا يخزن). ولكن يعتبر الكبد ثم القلب ثم العضلات والكلى من أغنى الأعضاء بالنياسين. لهذا، جميع الأعضاء تعتبر الأنسجة المستهدفة للنياسين.

٩- إخراج النياسين

يخضع النياسين الممتص من الأمعاء للعديد من التغيرات، يفرز جزء منه فى البول بدون أدنى تغيير (حمض نيكوتينيك)، بينما يفرز جزء آخر بعد إجراء عملية ميثلة له Methylation متحولاً إلى المشتق *N'*-Methylnicotinamide ميثايل نيكوتين أميد (شكل ٩-٨).



N'-Methylnicotinamide

شكل (٩-٨): التركيب الكيميائى للميثايل نيكوتين أميد

أما الجزء اللازم لوظائف الجسم من النياسين فيتحول إلى المعاونين الإنزيميين NAD^+ و $NADP^+$. وقد لوحظ أن ثلث الكمية المأخوذة منه يومياً تخرج فى البول.

١٠- نقص النياسين

فى حالات النقص الغذائى للنياسين والتربتوفان، تختل (تعجز) الوظائف التمثيلية لكل من المعاونين الإنزيميين NAD^+ و $NADP^+$. فى الإنسان، يعرف مرض البلاجرا Pellagra بأنه المرض الذى ينشأ عن النقص الغذائى للنياسين والتربتوفان. وقد أشتق اللفظ بلاجرا من الكلمتين الإيطاليتين (*Pelle* و *Agra*) وهما يعنيان الجلد الخشن Rough skin؛ وهى السمة النموذجية لهذا المرض.

والكمية المفرزة من مركب ميثايل نيكوتين أميد *N'*–Methylnicotinamide فى البول ترتبط ارتباطاً وثيقاً بمحتوى الوجبات الغذائية من النياسين والتربتوفان. ولهذا السبب اتخذ هذا المركب كمؤشراً حساساً (دليلاً) لحالة النياسين فى الجسم. وينتشر هذا المرض بصورة وبائية بين الشعوب التى تعتمد على الذرة كوجبة رئيسية Corn–based diet، وقد تم استيضاح هذه الحالة (الاعتماد على الذرة كوجبة رئيسية) بانخفاض محتوى الذرة من التربتوفان. ومازال هذا النقص يسبب مشكلة غذائية فى بعض المناطق فى أفريقيا والهند.

تختلف أعراض النقص وأعراض مرض البلاجرا تبعاً لعوامل كثيرة متضمنة: العمر والعوامل الوراثية وظروف التغذية وغير ذلك. وأهم أعراض النقص تتضمن: ظهور طفح جلدى يشابه حروق الشمس Sun burn–like rash فى المناطق المعرضة لضوء الشمس، وهوس كئيب (خبل أو اضطراب عقلى كئيب) Depressive psychosis (أيضاً يسمى العته Dementia)، وإسهال Diarrhoea. ولا توجد آلية مقنعة توضح الحساسية المفرطة لضوء الشمس.

عدم مداواة مرض البلاجرا تؤدى إلى الموت، وقد كان ذلك هو السبب الرئيسى لانتشار هذه الظاهرة (الموت) فى جنوب الولايات المتحدة فى النصف الأول من القرن العشرين. من المحتمل أن يكون الموت بسبب البلاجرا نتيجة لعدم توافر المعاونين الإنزيميين NAD^+ و $NADP^+$ اللازمين للتمثيل الغذائى وإنتاج الطاقة

التمثيلية. أما الهوس الكئيب فيعتقد أنه بسبب عدم تكوين الناقل العصبى Neurotransmitter سيروتونين Serotonin بكميات كافية نتيجة لنقص التربتوفان.

١١- فرط (زيادة) النياسين (سميته)

عند تناول حمض النيكوتينيك عن طريق الفم Orally بجرعات تصل إلى ١٠٠ ميللى جرام لكل يوم فإنها تسبب توسعاً (تمدداً) للأوعية الدموية السطحية Peripheral vasodilatation مع ظهور تورد فى الجلد (تورد جلدى) Skin flushing. مع الجرعات المرتفعة، يتنافس كل من حمض النيكوتينيك مع حمض البوليك Uric acid على الإخراج Excretion، وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة احتمالية الإصابة بالالتهاب المفصلى النقرسى الحاد Acute gouty arthritis. وربما تزداد المخاطر عن ذلك ويحدث تلف فى الكبد Liver damage. فى أحد التقارير العلمية ذكر أنه يحدث يرقان حاد (صفراء حادة) Severe jaundice عند إعطاء جرعات عالية جداً (٧٥٠ ميللى جرام/يوم ولمدة ثلاث شهور فقط). وعلى الرغم من ذلك، النيكوتين أميد لا يسبب توسعاً فى الأوعية الدموية، بل على العكس سميته تبلغ ضعفين إلى ثلاث أضعاف سمية حمض النيكوتينيك.

١٢- التعبير عن القيمة الغذائية

حمض النيكوتينيك والنيكوتين أميد لهما نفس النشاط الفيتامينى، فالحمض الحر يتحول فى الجسم إلى أميد Amide. ولم يعرف لنشاط النياسين وحدة دولية I.U. ويعبر عن النتائج التحليلية للنياسين بالوحدات الوزنية (ميللى جرام mg) من النيكوتين أميد الحر. ويمكن تقدير النشاط الحيوى للنياسين فى العينات الغذائية باختبار النمو الشفائى (العلاجى) Curative growth test فى الفئران أو الكتاكيت. ويستخدم المصطلح مكافئ النياسين Niacin equivalent للتعبير عن مدى مساهمة التربتوفان الغذائى فى نشاط النياسين. فى الإنسان، حوالى ٦٠ ميللى جرام من

التربتوفان اليسارى L–Tryptophan تعطى ميللى جرام واحد من النياسين. لذا، مكافئ واحد من النياسين إما أنه يكافئ ميللى جرام واحد من النياسين المتاح (الميسر) حيوياً أو يكافئ ٦٠ ميللى جرام تربتوفان. ولحساب مكافئات النياسين لغذاء ما، يضاف المقدار ١/٦٠ One–sixtieth من وزن التربتوفان الموجود فى الغذاء إلى كمية النياسين الموجودة فى الغذاء من قبل (السباق تخليقها) Performed niacin. هذا، وهناك عوامل عديدة يمكن أن تؤثر على تكافئو التربتوفان والنياسين الغذائى، ومن أبرز هذه العوامل الحالة الهرمونية Hormonal status فى الجسم.

١٣- الإتاحة الحيوية

تحول التربتوفان إلى المعاون الإنزيمى NAD^+ فى داخل الجسم *In vivo* لا يفى بجميع احتياجات الإنسان من هذا المعاون الإنزيمى، لذا لابد أن يحتوى الغذاء على النياسين. والاستفادة من التربتوفان كبادئ حيوى للمعاون الإنزيمى NAD^+ تعتمد على كمية ما يمده الغذاء من الأحماض الأمينية الضرورية Essential amino acids الأخرى. فإذا كان هذا الإمداد قليلاً، يكون المستفاد من التربتوفان فى تخليق البروتين قليلاً أيضاً؛ وبذلك يصبح متاحاً (ميسراً) أكثر لكى يتحول إلى المعاون الإنزيمى NAD^+. والغذاء الغنى بالحمض الأمينى ليوسين Leucine يؤثر على تمثيل التربتوفان، فالليوسين يتداخل مع تمثيل التربتوفان؛ وبذلك تزداد الحاجة للنياسين. فهذا الحمض الأمينى الضرورى يوجد فى الذرة الرفيعة Sorghum (السورجم) بتركيز عالى. فى بعض المناطق من الهند حيث تكون الذرة الرفيعة محصول الحبوب الرئيسى، من المحتمل جداً ظهور أعراض نقص النياسين. وبالطبع يعزى ذلك إلى تناول الليوسين بكميات كبيرة فى الغذاء.

فى الذرة الشامية Maize، يرتبط النياسين مع التربتوفان الموجود بنسبة صغيرة جداً فى الزاين Zein (البروتين الرئيسى فى الذرة)، لهذا عدم إتاحية (تيسر)

Unavailability النياسين فى الذرة غير المعاملة بالقلوى Alkaline untreated maize يفسر انتشار مرض البلاجرا فى الشعوب والفئات التى تعتمد على الذرة كغذاء رئيسى.

فى السبعينيات من القرن العشرين، أقترح فريق من الباحثين أن عدم الإتاحية الغذائية لحمض النيكوتينيك المرتبط فى الحبوب يرجع إلى ارتباطه مع الهيمى سليلوزات غير القابل للهضم Indigestible hemicelluloses. فهذا الارتباط يحول دون وصول إنزيمات تحليل روابط الإستر (الإستيريز) الخاصة بالجهاز الهضمى Gastrointestinal esterases إلى روابط إستر النيكوتينويل Nicotinoyl ester bonds. ونتيجة لذلك، تقل الاستفادة من حمض النيكوتينيك المرتبط بدرجة كبيرة جداً. ومن ناحية أخرى، قد يكون نشاط إنزيم الإستريز ضعيفاً على مشتقات إسترات حمض النيكوتينيك. ومما يؤيد ذلك، استر الميثايل لحمض النيكوتينيك Methyl ester of nicotinic acid كان له ١٥٪ فقط من فعالية الحمض الحر فى دفع نمو الفئران. ومما هو جدير بالذكر، جزء صغير من حمض النيكوتينيك المرتبط يظهر إتاحة حيوية، وهذا نتيجة لعملية التحليل المائى Hydrolysis التى تحدث بواسطة حموضة المعدة (الحمض المعدى) Gastric acid. فقد تحرر حوالى ١٠٪ من النياسين الكلى إلى صورة حمض نيكوتينيك حر بعد استخلاص دقيق الذرة الرفيعة Sorghum meal بحمض هيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مولر (0.1 *M* HCl). وقد أظهرت دراسات الإتاحة الحيوية فى الإنسان والفئران أنه يمكن أن يستفاد جزئياً من حمض النيكوتينيك المرتبط. هذا، وقد دلت نتائج العديد من الدراسات على أن تقدير النياسين الحر (القابل للاستخلاص بحمض هيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مولر) فى الأغذية يمكن أن يعطى قياساً دقيقاً لمحتوى النياسين المتاح (الميسر). ولكن بالنظر إلى الاستفادة الجزئية الظاهرية لحمض النيكوتينيك المرتبط فإن ذلك ربما يبخس القيمة الغذائية للنياسين. ومن ناحية أخرى،

قد بينت اختبارات التغذية Feeding tests أن الصورة المؤكسدة من المعاون الإنزيمى NAD (NAD^+) متاحة حيوياً كمصدر للنياسين وتقوم بدفع نمو حيوانات التجارب (الفئران) بنسبة محتواها من النيكوتين أميد. أما الصورة المختزلة من المعاون الإنزيمى NAD ($NADH.H^+$) فلا يستفاد منها، وبذلك فأنها تكون غير متاحة حيوياً كمصر للنياسين. وربما يرجع ذلك إلى عدم ثباتها فى الوسط الحمضى (فى المعدة) وتكسرها فى العصارة المعدية Gastric juice.

١٤- المصادر الغذائية

ينتشر النياسين بين جميع الأنسجة النباتية والحيوانية. ويوجد طبيعياً فى الأغذية فى صورة حرة أو صورة مرتبطة أو صورة معاونات إنزيمية. حوالى ٤٠٪ من النياسين الموجود فى البذور الزيتية Oil seeds ومعظم الحبوب يوجد فى صورة نياسين مرتبط. فى الأنسجة النباتية، النياسين (حمض النيكوتينيك) يمثل معظم الفيتامين الحر؛ بينما النيكوتين أميد هو الشائع فى الأنسجة الحيوانية.

من أغنى مصادره:- الحبوب الكاملة وجنين القمح والكبد واللحوم والخميرة والسمك والبقوليات الجافة Dried legumes والفول السودانى Groundnut. هذا، وعلى الرغم من فقر اللبن والبيض بالنياسين، إلا أنهما غنيان بالتربتوفان.

١٥- التأثيرات الطبية للنياسين

الجرعات الكبيرة من النياسين (حمض النيكوتينيك وليس النيكوتين أميد) تخفض مستويات كولستيرول مصل الدم (السيرم) فى الإنسان وتزيد التمثيل الغذائى القاعدى Basal metabolism فى البالغين صغيرى السن (الشباب) Young adults. ويستخدم حمض النيكوتينيك بجرعات عالية تصل إلى ٣ جرام يومياً فى تخفيض نسبة الكولستيرول فى الدم كعلاج لحالات ارتفاع الكولستيرول وتصلب الشرايين. هذا التأثير يرجع إلى دور النياسين فى تنشيط تحليل الأنسجة الدهنية وبالتالى تنشيط إنتاج الليبوبروتينات بواسطة الكبد.

ومن ناحية أخرى، هناك آثار جانبية نتيجة تناول الجرعات الكبيرة من النياسين والتى تتضمن: الصداع والإحساس بالقىء والغثيان وحدوث بقع بنية على الجلد وغيرها من الأعراض. واستمرار تناول الجرعات المرتفعة لفترات طويلة يسبب تقلصات حادة فى الأثنى عشر وإسهال شديد والتهابات متقيحة فى الجلد وعدم إحكام الرؤية وجفاف الشعر وغيرها من الأعراض؛ هذا بجانب الأعراض التى سبق ذكرها.

obeikandl.com