• **ألنتروجين Nitrogen :**

يعد النتروجين احد المغذيات الكبرى الأساسية والضرورية لجميع النباتات ، إذ لا تقل أهميته عن أهمية الماء الضروري لنموها وفعالياتها الايضية المختلفة ، و يشكل محتوى النتروجين 2 - 5 % من المادة الجافة للنبات وهو يدخل مكوناً اساسياً للبروتوبلازم والأغشية الحيوية وكذلك في تكوين الأحماض النووية الـ RNA و الـ DNA ومركبات الطاقة ATP و CTP و GTP والمرافقات الأنزيمية والتي منها NADH2 و NADPH2 وفي تكوين الأحماض الامينية التي تعد حجر أساس تكوين البروتينات ، ويدخل كذلك في تكوين الأنزيمات وبعض الفيتامينات وخاصةً مجموعة فيتامينات (B) المعقدة وبعض منظمات النمو النباتية كالاوكسينات والسايتوكاينينات .

• ألأسمدة ألنتروجينية ألبسيطة :

تتضمن عناصر غذائية أخرى و لكنها ثانوية قياساً بعنصر ألنتروجين ، و يعد ألغلاف ألغازي ألمصدر ألرئيس لإنتاج ألأسمدة ألنتروجينية ألمعدنية و ألعضوية ، إذ يحتوي 78% حجماً من ألنتروجين ألحر ، فغالباً ما يكون التصنيع ألكيميائي للأسمدة ألنتروجينية من إتحاد نتروجين ألهواء ألجوي مع ألهيدروجين أو ألأوكسجين أو مركبات ألكارب–أميد ، كما تصنّع ألأسمدة ألنتروجينية من ألرواسب ألطبيعية للنترات (ملح تشيلي : هو الملح ألصخري لنترات ألبوتاسيوم أو ألصوديوم) ، فضلاً عن ألإستفادة من ألأمونيا ألناتجة من تصنيع فحم ألكوك و من نواتج مصانع ألغازات و غيرها ، و بموجب ألصور ألتي يدخل فيها ألنتروجين يمكن تقسيم ألأسمدة ألنتروجينية إلى :

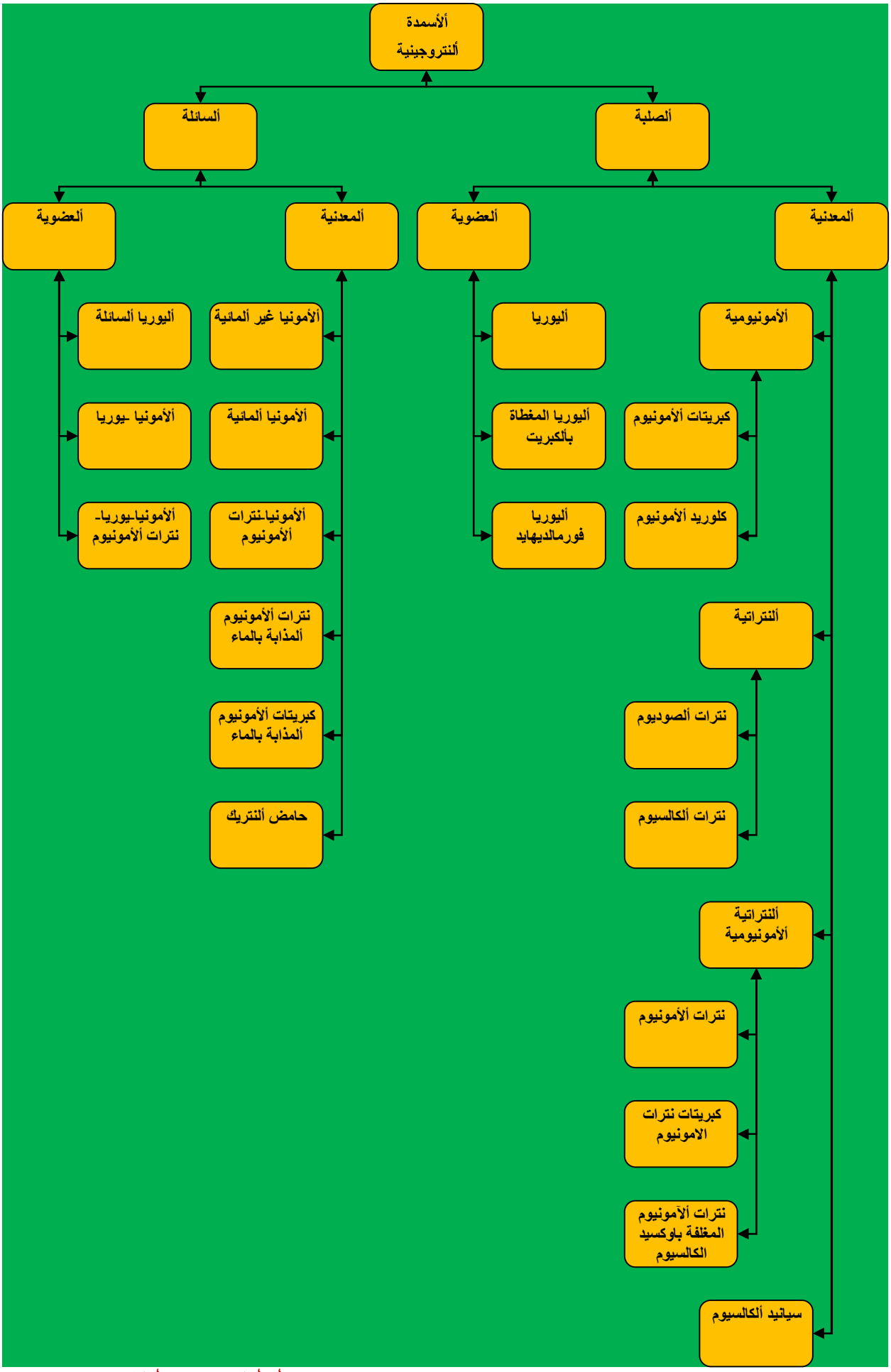
– ألأسمدة ألأمونيومية .

– ألأسمدة ألنتراتية Saltpeter .

– ألأسمدة ألأمونيومية – ألنتراتية .

– ألأسمدة ألأميدية .

إن تمثيل النبات للامونيوم يتطلب صرف طاقة مقدارها 5 ATP .مول$^{-1}$ ، بينما يتطلب تمثيل ألنترات صرف طاقة مقداره 20 ATP .مول$^{-1}$ ، و يستفيد ألنبات من فرق ألطاقة في تكوين حاصلٍ عالٍ ، وهذا ما يعرف بـ Nitrogen Use Efficiency (NUE) والذي يشير إلى العلاقة بين الحاصل وكمية النتروجين الممتص ، أو للعلاقة بين النتروجين الممثل والنتروجين المضاف فعندئذ تسمى بـ (كفاءة تمثيل النتروجين) ، أو للعلاقة بين الحاصل والنتروجين الممثل وحينئذ يطلق عليها (الكفاءة الفسلجية) ، و هذا ايضاً يعتمد على نوع النبات ففي المحاصيل الورقية كالخس و اللهانة يمكن استعمال السماد الامونيومي أما المحاصيل الثمرية و خاصةً الطماطة و الفلفل و الرقي فتسبب التغذية بالامونيوم ظهور بعض الأمراض الفسلجية على ثمارها و تحديداً مرض تعفن الطرف الزهري Blossom end rot والذي يحصل كذلك عند نقص الكالسيوم . وبناءً على ما تقدم فأن سماد اليوريا يكون ملائماً جداً لتغذية ألنباتات ، إذ تمثل سماداً امايدياً يتحول بفعل أنزيم اليورييز إلى صورة الامونيوم ، فضلاً عن إن درجة ذوبانها 100 % ، علماً أن شركات متطورة زراعياً تبنت إستخلاص ألأحماض ألأمينية ألضرورية للنبات بإستعمال تقنية ألتحلل ألأنزيمي بإنزيمات مستخلصة من كائنات حية ، إذ تتمكن جذور ألنباتات من إمتصاص هذه ألأحماض بكفاءة عالية ، فضلاً عن ألمجموع ألخضري .


ألأسمدة ألنتروجينية
ألسائلة
ألصلبة
ألعضوية
ألمعدنية
ألعضوية
ألمعدنية
أليوريا ألسائلة
ألأمونيا غير ألمائية
أليوريا
ألأمونيومية
ألأمونيا -يوريا
ألأمونيا ألمائية
أليوريا المغطاة بألكبريت
كبريتات ألأمونيوم
ألأمونيا-يوريا- نترات ألأمونيوم
ألأمونيا-نترات ألأمونيوم
أليوريا فورمالديهايد
كلوريد ألأمونيوم
نترات ألأمونيوم ألمذابة بالماء
ألنتراتية
كبريتات ألأمونيوم ألمذابة بالماء
نترات ألصوديوم
حامض ألنتريك
نترات ألكالسيوم
ألنتراتية ألأمونيومية
نترات ألأمونيوم
كبريتات نترات الامونيوم
نترات ألآمونيوم المغلفة باوكسيد الكالسيوم
سيانيد ألكالسيوم

- ألأسمدة ألنتروجينية ألمعدنية ألبسيطة (ألصلبة) :

1. ألأسمدة ألأمونيومية:

إن جميع هذه ألأسمدة ذائبة في ألماء ، كما إن أيونات ألأمونيوم ألمتحررة من هذه ألأسمدة تتأكسد بسرعة في ألتـــرب ألمتعادلة neutral soils و ألترب قليلة ألحامضية slightly acid soils إلى أيون ألنترات NO_3^- ، و يختلـــف تـــأثير هـــذه ألأسمدة من خلال ألتأثير ألحامضي على خواص ألتربة ، و أهم هذه ألأسمدة سماد كبريتات ألأمونيـــوم $(NH_4)_2SO_4$ ألـــذي يحضر من تصنيع ألأمونيا بطريقة هابر–بوش و ذلك باستعمال ألنتروجين ألجوي و هيدروجين ألماء ثم يمرر مخلوطـــاً فـــي خزانات تحتوي على جبس مطحون ، ثم يمرر غاز ثاني أوكسيد ألكاربون تحت ضغط قوي مما يؤدي الى تكوين كاربونـــات ألأمونيوم $(NH_4)_2CO_3$ ، ثم تدفع مادة ألكاربونات للتفاعل مع ألجبس من جديد لينتج كبريتات ألأمونيوم كما في ألمعـــادلات ألآتية:

$$2NH_4OH + H_2O + CO_3 \leftrightarrow (NH_4)_2CO_3 + 2H_2O$$
$$(NH_4)_2CO_3 + CaSO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

يفصل محلول هذا ألسماد و يرشح و يبخر ، كما يصنع هذا ألسماد من تفاعل ألأمونيا ألناتجة من غازات تقطير فحـــم ألكـــوك مع حامض ألكبريتيك كما في المعادلة ألآتية :

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

و يفضل تنقية ألأمونيا من ألشوائب قبل ألاستعمال .

وصورة سماد كبريتات ألأمونيوم مسحوق بلوري أبيض يحتوي ألنقي منه على N %21.20 و S %24.20 ، غيـــر أن ألتجاري منه يحتوي على N %20–21 و S %24 ، و هو سماد مولد للحموضة و ينصح باســـتعماله فـــي التـــرب ذات درجة ألتفاعل قليلة ألقاعدية او المتعادلة و لا ينصح باستعماله في الترب الحامضية دون إضافة الكلس معه .

2. ألأسمدة ألنتراتية :

جميعها ذائبة في ألماء ، و أن إختيار أي نوع من هذه ألأسمدة يعتمد على ألآيون ألمرافق فقـــد يكـــون ألبوتاســـيوم او ألكالسيوم أو ألصوديوم أو ألأمونيوم ، و لا يفضل إضافة هذه ألأسمدة للترب ألمغمورة بألمياه (ألأراضي ألمزروعة بـــألرز) أو ألترب ألتي يكون مصدر ألري فيها ألأمطار ، و ذلك لسهولة غسل آيون ألنترات و من هذه ألأسمدة سماد نترات ألكالسيوم $Ca(NO_3)_2$ ألذي يحضر من أكسدة ألأمونيا ألمحضرة بطريقة هابر–بوش و بوجود عامل مساعد ، ثم يبرد فيتكوّن حـــامض ألنتريك ألذي يعامل بحجر ألكلس (كاربونات ألكالسيوم) ، فيكوّن نترات ألكالسيوم و كألآتي :

$$2HNO_3 + CaCO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2\uparrow$$

، ثم يركز المحلول و يضاف اليه محلول ألأمونيوم لرفع نسبة ألنتروجين ، فضلاً عن تقليل درجة ألتميـــؤ ، و قـــد يســـتبدل محلول ألأمونيوم بنترات ألأمونيوم بغية الحصول على نتروجين بنسبةٍ أعلى مما كانت عليه بنسبة N%5 و بذلك يكون سماداً خاصاً رمزه ألكيميائي $5Ca(NO_3)_2 , NH_4NO_3 , 10\ H_2O$ ، مع مراعاة عدم تعـــرض هـــذا الســـماد للهـــواء إلاّ عنـــد ألإستعمال ، بسبب قابليته ألشديدة للتميؤ .

و صورة هذا ألسماد بلورية بيضاء ألون ، و يحتوي على N%15.5 و Ca%19.5 ، و يفضل إضافة هذا ألسماد إلى ألترب ألحامضية بسبب احتوائه على نسبة عالية من ألكالسيوم ، و تنتج و تستهلك دول أوربا كمية كبيرة منه .

3.سماد نترات ألأمونيوم NH_4NO_3 :

يحتوي هذا السماد N% 32–35 و هو سماد يصعب تداوله في اليد بسبب خطورته الشديدة الا اذا خلط معـــه الكلـــس ليصبح اكثر اماناً ، كما يعبأ بأكياس لا تسمح بنفاذ الرطوبة ، و لا يفضل اضافته مع السماد العضوي تجنباً للتفاعل المباشـــر الذي يؤدي الى انفجارٍ قوي ، لذا ينصح ايضاً بإبعاد بقايا المحاصيل من مخازن هذا السماد مع وضع احتياط كافٍ للاســـلاك الكهربائية او العوامل المشجعة للتسخين و بألأخص في المناطق التي يكون فيها الفلاح لا يمتلك الوعي الكافي . و يحضر هذا السماد من تفاعل الامونيا مع حامض النتريك و كالاتي :

$$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$$

و صورة هذا السماد بلورية بيضاء اللون ، و هو سريع الذوبان في الماء ذو تأثير حامضي و جاهزية عالية لمعظم المحاصيل الحقلية و الخضراوات .

- ألأسمدة ألنتروجينية ألعضوية ألبسيطة (ألصلبة) :

تحتوي هذه الاسمدة على النتروجين بصورة Amides و من اكثرها شيوعاً سماد اليوريا $(NH_2)_2CO$ و التي يطلق عليها ايضاً Carbamide و تحتوي على N%46 وسماد اليوريا عالي الذوبان في الماء وشديد التميؤ ذو مظهر بلوري ابيض، و يصنع من معاملة ألأمونيا مع غاز ثاني اوكسيد الكاربون مما يشير الى رخص تكاليفه و كالاتي :

$$2\ NH_3\uparrow + CO_2\uparrow \rightarrow (NH_2)_2CO + H_2O$$

و هي من الاسمدة المولدة للحموضة لكونها عند تفاعلها مع التربة تحت ظروف تهوية و رطوبية جيدة تتحول الى امونيوم الذي تحرر كل جزيئة منه جزيئتين من الهيدروجين و كالاتي :

$$(NH_2)_2CO + 2\ H_2O \rightarrow (NH_4)_2CO_3$$
$$(NH_4)_2CO_3 + 2H \rightarrow 2NH_4 + CO_2\uparrow + H_2O$$
$$2NH_4 + 3O_2\uparrow \rightarrow 2NO_2 + 2\ H_2O + 4H^+$$

و ينصح بعدم اضافة اليوريا الى سطح التربة ، لأن ذلك يؤدي الى فقدان نتروجينها بالتطاير بصورة غاز الامونيا لتحللها السريع الى كاربونات الامونيوم ، ان اهتمام الباحثين في زيادة كفاءة المحاصيل ألإقتصادية في الاستفادة من سماد أليوريا تركز بأربعة اتجاهات أساسية ، إذ تضمن الاتجاه الأول استعمال مثبطات للتحلل الإنزيمي والنترجة غير أنها مواد باهضة الكلفة وتسبب اضرارا بيئية واسعة فاستعمال مادة 2.5-Dimethyl-P-Benzoquuinone يعطل عمل إنزيم اليوريز المسؤول عن تحول اليوريا الى آمونيا، فيما تضمن الاتجاه الثاني تغليف الاسمدة النتروجينية بمواد مغلفة مثل الكبريت والمواد الراتنجية وذلك لتقليل سرعة تحلل المركب النتروجيني والحد من خسارته ، اما الاتجاه الثالث فقد اعتمد العمليات الزراعية التقليدية كخلط السماد بالتربة او تجزئته إلى عدة دفعات ، فخلط سماد اليوريا مع التربة او تجزئتها الى عدة دفعات قد يزيد من كفاءة تمثيل النبات ولاكثر من 35 % ، وخاصةً في المراحل المبكرة من النمو الا ان هذه النسبة قد تنخفض عن 35 % عند المراحل المتاخرة من النمو والتي عندها تقل كفاءة النبات في امتصاص النتروجين الجاهز من التربة بينما تزداد معدلات فقده منها . وعليه أصبح من غير المجدي اقتصاديا اجراء الاضافات السمادية المتاخرة الى التربة . لذا لجأ المختصون الى أتباع التسميد الورقي في المراحل المتاخرة من النمو كإتجاه رابع .

و من محددات استعمال اليوريا كسماد احتوائه مادة Biuret السامة $NH(NH_2CO)_2$ و التي تتكون نتيجة اتحاد جزيئتيّ يوريا عند ارتفاع درجة تصنيعها أعلى من حدها الطبيعي ، و تزداد سمية هذه المادة مع زيادة تركيزها في سماد اليوريا ، غير ان تركيزها يقل عن 1.5–2% في اليوريا المحضرة صناعياً .

- ألأسمدة ألنتروجينية ألمعدنية ألبسيطة (ألسائلة) :

1. ألأمونيا NH_3 :

ان عملية تصنيع الامونيا بسيطة ، إذ تعتمد طريقة Haber-Bosh المكتشفة سنة 1913 في المانيا ، التي تستند على تفاعل غازي النتروجين و الهيدروجين لتكوين غاز الامونيا كما في المعادلة الاتية :

$$N_2\uparrow + 3H_2\uparrow \Leftrightarrow 2NH_3\uparrow$$

ان مصادر النتروجين لهذه العملية كثيرة منها الماء و الغاز الطبيعي CH_4 و الفحم و الدهون ، و المعادلات الاتية توضح طرق الحصول على الهيدروجين ، علماً ان مصدر النتروجين الهواء الجوي :

$$C\uparrow + H_2O \rightarrow CO\uparrow + H_2\uparrow$$
$$CH_4\uparrow + H_2O \rightarrow CO\uparrow + 3H_2\uparrow$$
$$CO\uparrow + H_2O \rightarrow CO_2\uparrow + H_2\uparrow$$

فعند تعريض خليط الهيدروجين و النتروجين (اوغازالامونيا) لضغطٍ عالٍ و تحت درجة حرارة 500 مْ و بوجود الحديد عاملاً مساعداً يتحول غاز الامونيا الى السيولة و يتكون سماد Anhydrous Ammonia الذي يحتوي على اعلى نسبة من النتروجين بين الاسمدة النتروجينية و هي N%82 و يعد المادة الخام لتصنيع معظم الاسمدة النتروجينية ، و ذوبان هذا السماد بالماء يؤدي الى تكوين سماد نتروجيني اخر يعرف بسماد Aqua Ammonia الذي يحتوي N%24 ، علماً ان كلا السمادين تأثيرهما قاعدي في بداية اضافتهما إلى التربة و لكن بعد أيام قلائل وبفعل النشاط الحيوي تتحول الامونيا إلى الامونيوم و من ثم الى نترات التي تقوم بسحب الكاتيونات مثل الكالسيوم و المغنيسيوم و البوتاسيوم الى المحيط الجذري او الى خارج محور الجذور فبهذا يقل محتوى محلول التربة من الكاتيونات القاعدية فتزداد حموضتها ، فضلاً عن ان تحول الامونيا الى نترات هو مصدر لايونات النتروجين ، أي ان التأثير النهائي لهذه الاسمدة بعد تفاعلها بالتربة حامضي .

2.حامض ألنتريك :

قبل انتشار تصنيع الامونيا كان حامض النتريك HNO_3 يُصنّع عن طريق تفاعل نترات الصوديوم مع حامض الكبريتيك كما في المعادلة الاتية :

$$2NaNO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2HNO_3$$

و لكن في الوقت الحاضر يصنع حامض النتريك عن طريق اكسدة الامونيا بالهواء بوجود العامل المساعد البلاتينيوم بدرجة حرارة تقرب من 905 مْ ، كما في المعادلات الاتية :

$$4NH_3\uparrow + 5O_2\uparrow \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

$$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$$

$$3NO_2 + H_2O \rightarrow 2HNO_3 + NO$$

و حامض النتريك سريع الذوبان و هو عامل مؤكسد قوي .