

Проект:

Содействие образованию и переподготовке кадров в области сельского хозяйства и
регионального развития в южнокавказских странах

Поддержано Немецким обществом по техническому сотрудничеству GTZ

Семинар «Производство растениеводческой продукции» в
Азербайджанской аграрной Академии г. Гянджа

Питательные вещества и основы внесения удобрений

Автор:

Хельмут Роглер (Rogler, H.),

Триздорф 2008

<http://www.roglernet.de>

Перевод на русский язык:

Синиченко Валентина

Содержание

ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО АЗОТ	4
1. Круговорот азота	4
2. Симптомы дефицита	5
3. Действие цианмида кальция	5
4. Газообразные потери азота	6
4.1 Избегание путем заделывания.....	6
4.1.1 Потери азота при удобрении жидким навозом.....	6
4.1.2 Важные правила для избежания газообразных потерь NH ₃	6
4.2 Потери аммиака при внесении удобрений из мочевины.....	7
5. Минерализация органически связанного азота	7
6. Медленно действующие, стабилизированные азотные удобрения	8
6.1 Питание аммонием растения.....	8
6.2 Стабилизированные азотные удобрения.....	8
6.3 CULTAN- метод.....	9
6.4 Применение раствора мочевины и нитрата аммония (AHL).....	10
6.4.1 Установление срока и совместимость.....	10

7. Обзор употребительных N-удобрений	11
8. Отвечающее спросу удобрение азотом в Германии	12
8.1 Определение имеющегося в наличии азота в почве „N-мин“	12
8.2 Составление баланса потребности в удобрениях	12
8.2.1 Пример составления баланса для кукурузы на силос	13
8.3 Другие способы определения потребности в N	14
8.3.1 Сенсорная техника	14
8.3.1.1 Принцип	14
8.3.1.2 Проверка в т.ч. калибровка	14
8.3.2 N- тестер	14
ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО ФОСФОР	15
1. Симптомы дефицита.....	15
2. Формы фосфата	15
2.1 Фосфат кальция-соль.....	15
2.2 Фосфат железа и алюминия - соль	16
2.3 Органические соединения фосфата.....	16
2.4 Фосфат связанный на коллоиде.....	16
3. Подвижность фосфата в почве.....	17
3.1 Зависимость от показателя рН.....	17
3.2 Зависимость от гумат-эффекта	17
4. Выводы для внесения удобрений	18
4.1 Обзор важных удобрений	18
ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО КАЛИЙ.....	19
1. Симптомы дефицита.....	19
2. Глинистые минералы содержат природный калий.....	19
3. Формы соединения калия на глинистых минералах.....	20
4. Протекание и усваиваемость в почве.....	20
5. Выводы для внесения удобрений	21
6. Обзор важных удобрений.....	21
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИИ ДЛЯ ФОСФАТА И КАЛИЯ.....	22
1. CAL- метод.....	22
1.1 Взятие почвенных образцов	22
1.2 Исследование почвы в лаборатории	22
1.3 Классификация лабораторных результатов по разрядам.....	23
1.4 Рекомендации по внесению удобрений	23
2. EUF- метод	24
2.1 Метод и методика	24
ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО МАГНИЙ	25
1. Симптомы дефицита.....	25
1.1 Природные источники магния и места дефицита	25

2. Подвижность в почве.....	25
2.1 Антагонизм ионов при поглощении питательных веществ	25
2.2 Конкуренция на глинистом минерале.....	26
3. Внесение удобрений	26
3.1 Внекорневое внесение удобрений сульфата магния	26
3.2 Внесение удобрений в почву	26
ИЗВЕСТНЯК.....	27
1. Следствия недостаточного снабжения известняком	27
1.1 Нарушенная динамика питательных веществ в почве	27
1.2 Нарушенная структура почвы	27
1.3 Экстремальный антагонизм ионов на корнях	27
1.4 Повреждения при избытке кислоты.....	27
2. Зависимые от места расположения оптимальные показатели рН.....	28
2.1 Причины различий в оптимальном показателе рН.....	28
3. Внесение известняковых удобрений.....	28
3.1 Удобрения и формы известняка	28
3.2 Какой вид известняка для какой почвы?	29
3.2.1 Жженая известь (СаО, оксид кальция).....	29
3.2.2 Углекислая известь (СаСО ₃ = карбонат кальция, MgСО ₃ = карбонат магния)	29
3.2.3 Обобщение.....	29
ПИТАТЕЛЬНОЕ ВЕЩЕСТВО СЕРА	30
1. Симптомы дефицита.....	30
1.1 Симптомы и особенности на рапсе	30
2. Типичные места дефицита	30
3. Внесение серных удобрений	31
3.1 Внесение органических удобрений.....	31
3.2 Внесение минеральных удобрений	31
МИКРОЭЛЕМЕНТЫ	33
1. Вытягивание важных микроэлементов	33
2. Усваиваемость в почве.....	33
2.1 Зависимость от рН показателя.....	33
2.2 Аэрация почвы	33
2.3 Содержание органических веществ (гумус).....	34
2.4 Содержание глины.....	34
2.5 Конкуренция ионов на корне.....	34
2.5.1 Конкуренция в растении	34
3. Марганец.....	35
3.1 Симптомы дефицита марганца.....	35
3.2 Внесение удобрений	35
4. Бор.....	36
4.1 Симптомы дефицита.....	36
4.2 Внесение удобрений.....	36

Питательное вещество азот

Источники:

http://www.chemiedidaktik.uni-kiel.de/2000_folien/23_stickstoff/sld001.htm

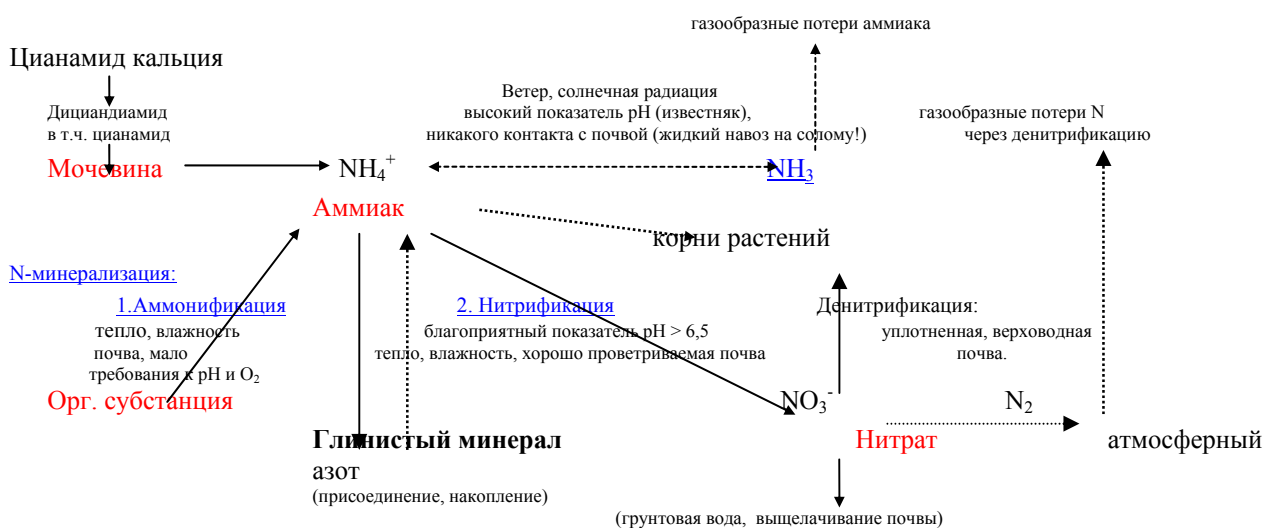
<http://bisz.suedzucker.de/Duengung/>

<http://www.kali.ch/d/produkte/duenger/duenger.htm>

<http://www.seilnacht.tuttlingen.com/Lexikon/HaberBo.htm>

1. Круговорот азота

Круговорот азота показывает связь между различными формами азота в почве.



- Цианамид кальция превращается в мочевины (важна влажность почвы!)
- Из мочевины $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ получается аммиак в т.ч. аммоний (энзим уреазы)
- Аммоний (NH_4^+) и аммиак (NH_3) находятся в равновесии (в зависимости от показателя pH). Аммиак является ответственным за потери газообразного N при внесении жидкого навоза, а также при удобрении мочевиной или раствором мочевины и нитрата аммония.
- Через минерализацию органического вещества освобождаются аммоний и другие питательные вещества
- Аммоний (NH_4^+) и другие катионы промежуточно накапливаются на поверхности глинистого минерала.
- Корни растений могут поглощать NH_4^+ (питание аммонием со стабильным удобрением, CULTAN- способ)
- Аммоний в грунтовой воде через бактерии преобразовывается в нитрат (нитрификация).

Минерализация (= Аммонификация и нитрификация) это биологический процесс (управляемый бактериями!), для которого являются важными тепло, благоприятный показатель pH, кислород и влажность почвы!

- Нитрат (NO_3^-) самая важная форма N для растения и может вымываться (отложение возможно только на гумусе-коллоиде). В почве небогатой кислородом возможно превращение в атмосферный азот (10-30% потерь газообразного N)

2. Симптомы дефицита

Источники: http://www.tll.de/visuplant/vp_11.htm?vp и <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/stickstoff.htm>



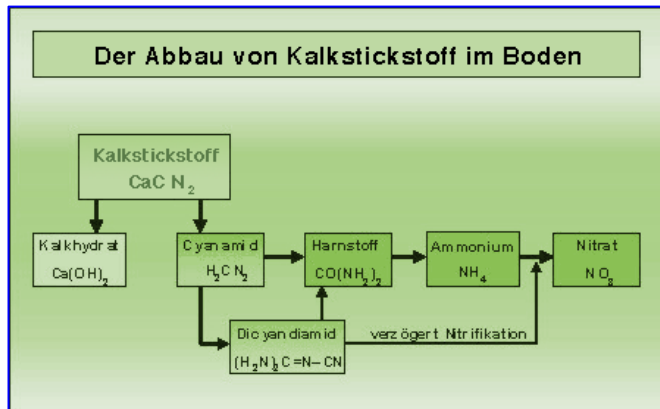
Пример ячмень

Начиная на взрослых частях растения, позже по всему растению...

- Осветление
- Угнетенный рост
- Зрелые листья отмирают преждевременно

3. Действие цианмида кальция

Источник: <http://www.kalkstickstoff.de/>



Для приписанных к цианмиду кальция

- гербицида,
- фунгицида и
- замедляющих нитрификацию

Действие ответственное при превращении за возникающий цианамид и (позже) дициандиаמיד.

Важно: достаточная влажность почвы и раннее применение.

Действие и область применения **цианмида** :...

- борьба с прорастающими сорняками до всходов и рано после всходов (слишком большие сорняки не охватываются!)
- борьба с улитками на рапсе (улитки должны быть по возможности прямо поражены (аналогично как при применении чистой жженой извести))
- борьба с белой гнилью на рапсе

Проблема: несвоевременное N-действие!

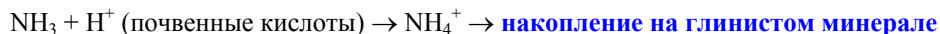
Замедляющее нитрификацию действие (произведенного) дициандиамида применяется в

- стабилизированном удобрении ([Alzon](#)) или
- дидин как примесь к жидкому навозу (см. внизу)

4. Газообразные потери азота

4.1 Избежание путем заделывания

Если аммиак (NH_3) вступает в контакт с почвенными кислотами, то превращается в аммоний (NH_4^+), который теряет свойства газообразного состояния и накапливается на поверхности глинистого минерала.



Контакт с почвой уменьшает потери газообразного N поэтому...

Быстрая заделка жидкого навоза очень важна!

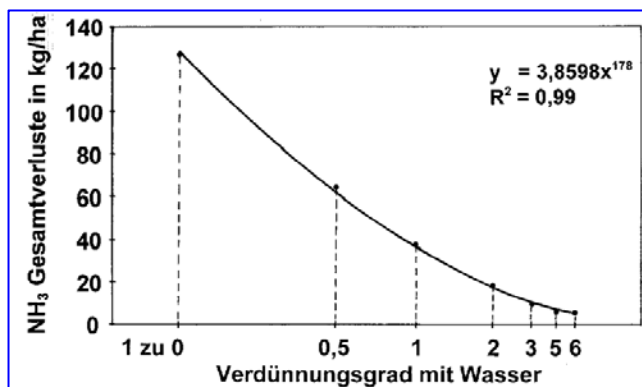
4.1.1 Потери азота при удобрении жидким навозом

Внесение на	прохладно, дождливо	тепло, ветренно
необработанная стерня	прибл. 30%	прибл. 50%
обработанная стерня	прибл. 15%	прибл. 30%
измельченная солома	прибл. 30%	прибл. 60%

В общем у жидкого навоза КРС потери больше по сравнению с навозом свиней.

4.1.2 Важные правила для избежания газообразных потерь NH_3

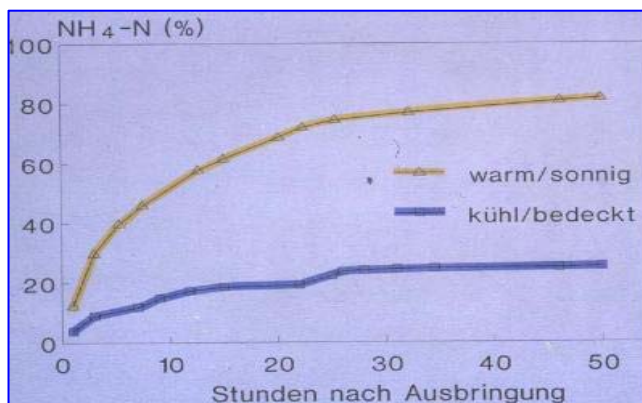
Источник: <http://www.ipf.uni-bonn.de>



Разбавление водой:

Разреженный жидкий навоз уменьшает потери и повышает совместимость.

Вода это самая лучшая примесь для жидкого навоза!



Погодные условия:

- прохладно, дождливо прибл. 20% потерь
- тепло, ветренно прибл. 80%!!

Дождливая погода и немедленная заделка важны!

4.2 Потери аммиака при внесении удобрений из мочевины

Также как и при жидком навозе при использовании мочевины возникают потери газообразного азота. Исследования в Мюнхене Вайенштефан показали (Док. Гутсер)

10-20% газообразных потерь (NH₃) при "незаделывании".

И через это преимущество мочевины по цене снова теряется.

Поэтому тут тоже имеют значение правила "погода для внесения жидкого навоза" и „заделка“

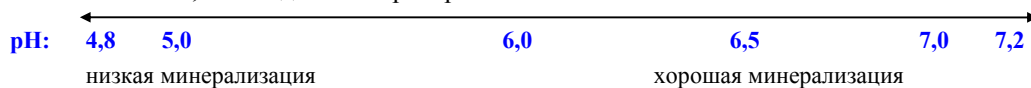
Как пример удобрения из мочевины можно привести [Piagran 46](#) фирмы SKW.

5. Минерализация органически связанного азота

Минерализация азота происходит при участии бактерий.

Почвенная жизнь („биологическая активность“) и таким образом скорость выделения аммония и нитрата зависят от...

1. содержания питательных веществ в органической субстанции:
чем больше питательных веществ, тем быстрее
2. pH-показатель:
чем кислее почва, тем медленнее преобразование

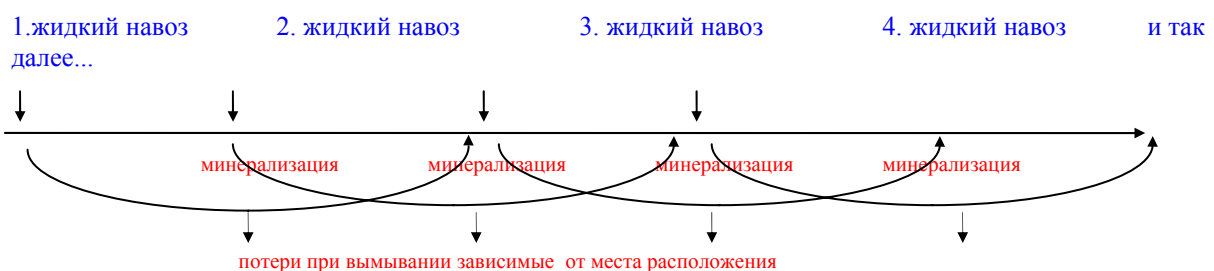


3. Структура почвы:
влажная, хорошо проветриваемая почва важна для преобразования
4. Температура почвы:
чем теплее, тем лучше.

В зависимости от этих местных свойств имеют место следующие **ориентировочные показатели** для минерализации

	N _{общ.} кг/м ³ кг/т	Из этого органич. N	Минерализация органического N	
			В первый год	В последующие года
Жидкий навоз КРС	4	2 кг (50%)	10%	1-3% за год
Жидкий навоз свиньи	6	2 кг (33%)		
Стойловый навоз КРС	6	5 кг (80-90%)		

Отсроченное действие органически связанного азота в жидком навозе через минерализацию:

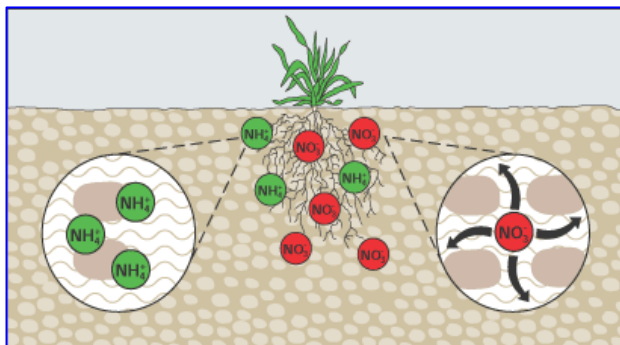


Действие органического связанного азота в жидком навозе отсрочивается через текущую минерализацию.

6. Медленно действующие, стабилизированные азотные удобрения

6.1 Питание аммонием растения

Растение не может питаться нитратами, а в основном аммонием.



Путем внесения удобрений высокая концентрация NH_4^+ на глинистом минерале

↓

глинистый минерал сохраняет аммоний и потом снова медленно освобождает

↓

корни растений поглощают аммоний

Чем больше аммония находится на глинистом минерале, тем дольше и равномернее растение может питаться.

Удобрения „продолжительного“ действия..

имеют как форму азота прежде всего Аммоний (и/или мочевины, также цианамид кальция) и таким образом могут этим повышать количество аммония на глинистом минерале.

Растение таким образом может на протяжении длительного времени питаться аммонием.

Как долго действует аммонийное удобрение?

Чем лучше и быстрее может проходить нитрификация, тем меньше продолжительность действия N этого удобрения.

Реальный отрезок времени: „от одной до нескольких недель“

6.2 Стабилизированные азотные удобрения

Стабилизированные азотные удобрения это „аммонийные удобрения“, в составе которых имеется субстанция замедляющая нитрификацию.

- **Alzon 46**
http://www.skwp.de/deutsch/main-nav/produkte/agrochemie/alzon%C2%AE_46.htm
- **ENTECC**: http://www.compo-profi.de/produkte/entec_duenger.php

Субстанция замедляет нитрифицирующие бактерии и через некоторое время препятствует превращению NH_4^+ в нитрат, который мог бы вымыться.

Поэтому срок действия стабилизации зависит от...

- температуры почвы: чем теплее, тем быстрее, и значительно от...
- pH-показателя: при 5,5 и меньше „очень медленно“, при 6,5 и больше „очень быстро“

Время стабилизации: „от пары недель до нескольких месяцев“

6.3 CULTAN- метод

Стратегия CULTAN-метода (Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition) состоит в том, чтобы путем однократного внесения

отложенной аммония поблизости от корней растения

обеспечить равномерное питание растения.

Основные аргументы фирм:

Через „длительное действие“ для аммонийного удобрения обеспечивается значительное преимущество

уменьшение сроков удобрения с 3 до 2 или 1 Дополнительные расходы на удобрение таким образом могут быть перехвачены.

Техника внесения:

Источник: http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1159970/cultan_mais_2004.pdf



15 см глубокое внесение аммонийного удобрения



Другие источники:

http://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1105763/maistag_2002_2003_cultan.pdf

6.4 Применение раствора мочевины и нитрата аммония (АНЛ)

Источник: http://www.skwp.de/deutsch/main-nav/produkte/agrochemie/piasan%C2%AE_28.htm

Жидкое удобрение АНЛ (раствор мочевины и нитрата аммония) имеет удельный вес 1,28 кг/литр и содержит

- 32 объем.-% N (32 кг N в 100 литрах раствора) в т.ч.
- 28 вес.-% N (28 кг N в 100 кг раствора), из этого...
 - 14% **мочевины-N**: как (в зависимости от условий почвы) очень (?) медленно текущий N-источник (см. вверху NH₂ или амид-N),
 - 7% **аммоний-N** (NH₄): как медленно текущий N-источник и
 - 7% **нитрат-N** (NO₃), быстро действующее, так как не зафиксированный в почве на глинистом минерале

6.4.1 Установление срока и совместимость

http://www.skwp.de/deutsch/main-nav/produkte/agrochemie/piasan%C2%AE_28/anwendung.htm

(Рекомендации фирмы изменены)

1. **Зерновые:**

Возможна первая нормальная доза внесения, вторая доза до 40 кг N/га.

Третья доза в фазе колошения должна быть внесена только с помощью трактора и шлангов!

2. **Кукуруза:** нормальная доза внесения возможна до прорастания поля.

3. **Рапс:** нормальная доза внесения возможна после зимы.

4. **Сахарная свекла:** перед посевом

5. **Картофель:** перед посевом

Погодные условия при опрыскивании брать во внимание! Важен опыт в практическом применении!

Основные положения по совместимости:

- Слой всходов должен быть хорошо развит
- Никакого применения непосредственно после выпадения осадков или на мокрые насаждения
- Замерзшие или покрытые инеем растения могут быть обработаны, однако не сильно покрытые инеем – с началом таяния работу прекратить.
- Избегать чередование заморозков весной также как и интенсивную солнечную радиацию и высокие температуры летом.
- Использовать средне- и крупнокапельные распылители с низким давлением.
- При критических условиях применять многоструйные распылители или трактор и шланги.
- Преимущество дается применению после обеда или в вечернее время.

Смешивание с водой минимум 1:3, лучше 1:4
(1 часть АНЛ + 3 части воды)

7. Обзор употребительных N-удобрений

Источник <http://www.beiselen.de/2006/start.php?S=98&L=DE>

N-EINZELDÜNGER	Gesamtstickstoff	Nitratstickstoff	Ammoniumstickstoff	Carbamidstickstoff	Cyanamidstickstoff	Schwefel		Magnesium		Sonstige
						gesamt	wasserlöslich	gesamt	wasserlöslich	
KAS	27	13,5	13,5					4	1,1	ca.12% CaO
Ammonsulfatsalpeter	26	7,5	18,5			13	13			
Ammonsulfatsalpeter+Bor	26	7,5	18,5			13	13			0,3% Bor
Piamon 33-S	33		10,4	22,6		12	12			
Piasan / AHL	28	7	7	14						
Schwefels. Ammoniak	21		21			24	24			
Dynamag-S	24	12	12			6	6	6	6	
Dynamon-S / SAN 24	24	12	12			7	7			
Piasan 24-S	24	5	8	11		3	3			
Harnstoff / Piagran	46			46						
Entec 26	26	7,5	18,5			13	13			stabilisiert
Alzon 46	46			46						stabilisiert
Alzon flüssig	28	7	7	14						stabilisiert
Alzon flüssig-S	24	5	8	11		3	3			stabilisiert
Kemistar SAN 22	22	11	11			5	5	3	1	
Perlka Kalkstickstoff	19,8	1,5			>15					>50 % CaO 0,5 % Dicyandiamidstickstoff

NPK/NK-Dünger	Gesamtstickstoff	Nitratstickstoff	Ammoniumstickstoff	Phosphat		Kaliumoxid Kaliumchlorid	Magnesiumoxid		Schwefel		Sonstige
				ammonicitrat u. wasserlöslich	wasserlöslich		gesamt	wasserlöslich	gesamt	wasserlöslich	
Nitrophoska 20+8+8 (+3+4)	20	9	11	8	5	8	3	2,4	4	3,2	
Nitrophoska 12+12+17+ (+2+6)	12	4	8	12	8,5	17	2	1,6	6	4,8	+B+Fe+Zn
Nitrophoska 13+9+16 (+4+7)	13	3,8	9,2	9	6,3	16	4	3,2	7	5,6	
Nitrophoska 13+10+20 (+3 S)	13	4,8	8,2	10	6,5	20			3	2,4	
Nitrophoska 13+13+21 (+2 S)	13	5	8	13	8,5	21			2	1,6	
Nitrophoska 15+15+15 (+2 S)	15	6	9	15	10	15			2	1,6	
NPK 5+16+24	5		5	16	12,8	24	4		4	4	
NPK 6+20+30	6		6	20	16	30			3	3	
NPK 10+20+20 (+8 S)	10		10	20	16	20			8	8	
NPK 11+8+16	11		11	8	6,4	16	4		10	10	
NPK 12+12+12	12		12	12	9,6	12	2		11	11	
NPK 14+10+16 (+5 S)	14	3,5	10,5	10	6	16			5		
NPK 14+10+20 (+3 S)	14	4	10	10	7	20			3	2,4	
NPK 15+15+10 (+4 S)	15	6	9	15	11	10			4	4	
NPK 17+13+13	17	11,7	5,3	13	8,5	13					
NPK 20+5+5 (+3+5)	20	8	12	4	3,5	5	3	0,8	5	2,5	
NPK 22+6+12 (+5 S)	22	10	12	6	4,5	12			5	3	

8. Отвечающее спросу удобрение азотом в Германии

Источник: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/>

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

По экологическим причинам (загрязнение азотом грунтовой воды) в Европейском Союзе является обязанностью определять потребность в азоте и таким образом избегать чрезмерного внесения удобрений. Предписания для этого в Германии определены в **Постановлении по удобрению**.

8.1 Определение имеющегося в наличии азота в почве „N-мин“

На каждом небольшом участке каждый год определяется или оценивается наявное количество N в почве.

Это может осуществляться путем...

- Исследования почвы или
- Признанными государством **Методами оценки**

Имеющийся в наличии в почве азот определяется как нитрат и аммоний в кг N/га.

8.2 Составление баланса потребности в удобрениях

Основой для внесения N – удобрений в южной Германии является **составление баланса**, который зависит от следующих значений

Общая потребность

минус

Имеющийся в наличии в почве азот (N-мин)

минус

Дополнительная поставка из минерализации органического азота

составляет

Потребность в удобрении

Ориентировочные показатели для общей потребности:

Источник <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/10330/index.php>

- Озимая пшеница: 240 кг N/га
- Озимый рапс (45 ц/га): 210 кг N/га
- Картофель (в зависимости от сорта, 450 ц/га): 140 до 230 кг N/га
- Кукуруза на зерно (100 ц/га): 190 кг N/га
- Кукуруза на силос (550 ц/га): 190 кг N/га

N-мин- значения:

Источник: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/mineralisch/28835/index.php>

В зависимости от почвы, предшествующей культуры и погодных условий зимой наявны весной...

20 до 60 (80) кг N/га

Дополнительная поставка:

В зависимости от предшествующей культуры, почвы и удобрения осенью...

0 до 40 (60) кг N/га

8.2.1 Пример составления баланса для кукурузы на силос

Источник: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/10330/index.php>

Hauptfrucht	z. B. S-Mais				
Schlag	Hofacker				
	kg N/ha				
1. Sollwert (siehe Tab. 17)	190				
2. N_{min}-Gehalt (nach LfL)	- 70				
3. Bestandsentwicklung (bei Winterungen)	0				
schwach +10	normal 0	gut -10			
4. Bodenart¹⁾	0				
leicht +10	mittel/schwer 0	humos -10	anmoorig -20		
5. N-Nachlieferung aus org. Düngung²⁾	-20				
GV/ha					
<0,3 0	0,4-0,9 -10	1,0-1,5 -20	1,6-2,1 -30	>2,1 -40	
6. Vorfrucht - Gruppe (siehe Tab. 19)	0				
A 0	B -10	C -20	D -30	E -40	
7. Vorfrucht - Ernterückstände	+10				
Strohbergung		Blattbergung			
ja 0	nein +10	ja 0	nein -10		
8. Zwischenfrucht (vor Hauptfrucht)	0				
Nichtleguminosen abgefahren		Leguminosen abgefahren		ohne Zwf.	
ja 0	nein 0	ja -20	nein -30	0	
9. Anrechnung einer Herbsdüngung (nach Vorfruchternte bis Winter)	0				
mineralisch -20	Gülle, Fruchtwasser -20	Stallmist, Kompost -10	ohne Düngung 0		
10. notwendige Düngung mineralisch + organisch	= 110				
	minus				
11. org. Düngung (siehe Tab. 20/21)	- 66				
12. notwendige mineralische Düngung	44				

Урожайность: 550 ц/га

N_{мин} по актуальным публикациям

Дополнительная поставка из гумуса: 0 кг N/га

Дополнительная поставка из орг. удобрения: 20 кг

Дополнительная поставка из предшествующей культуры: 0 кг

Фиксирование через удобрение соломой: 10 кг

Дополнительная поставка через промежуточную культуру - бобовые

Дополнительная поставка через внесение удобрений осенью

Рассчитанная потребность в удобрении

Зачисления орг. удобрения

Минеральное дополнительное удобрение

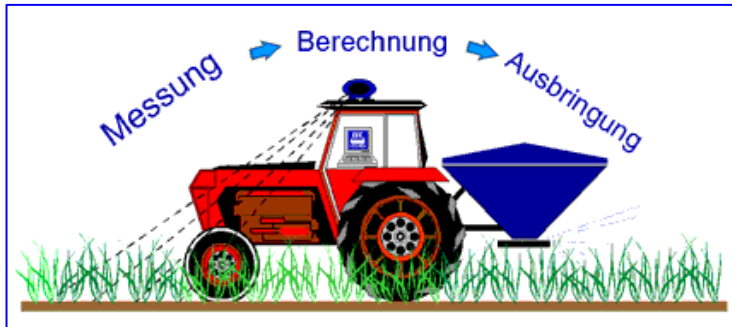
8.3 Другие способы определения потребности в N

8.3.1 Сенсорная техника

Источник: http://fert.yara.de/de/crop_fertilization/tools_and_services/n-sensor/index.html

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

8.3.1.1 Принцип



- С помощью датчиков на тракторе непрерывно измеряется интенсивность окраски (зеленый цвет) насаждения и из этого путем вычисления на компьютере выводятся потребность в N.
- Рассчитанное количество удобрения вносится при помощи разбрасывателя удобрений.

8.3.1.2 Проверка в т.ч. калибровка

В начале внесения удобрения в компьютер на определенном месте насаждения (= определенная окраска) вносится желанное или через N- тестер (с. там) определенное количество удобрения. Компьютер дальше рассчитывает количество удобрения в насаждениях в зависимости от этих настроек.

8.3.2 N- тестер

Источник: http://fert.yara.de/de/crop_fertilization/tools_and_services/n-tester/index.html



- С помощью этого ручного прибора определяется содержание нитрата в листке и из этого рассчитывается потребность в N.
- По государственным высказываниям для практического внесения удобрений малопригодно (Господ. Хеге)
- N- тестер может быть применен для калибровки N-датчика.

Питательное вещество фосфор

1. Симптомы дефицита

Источник http://www.tll.de/visuplant/vp_11.htm?vp и <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/phosphor.htm>
Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form



Недостаток фосфора встречается особенно при плохих „условиях подвижности“ на напр. кислых, уплотненных почвах (с. сверху).

На кукурузе



На пшенице

Типичными симптомами дефицита являются...

- Старые листья окрашены в красно-фиолетовый цвет.
- Красный цвет и на стеблях.
- Растения маленькие и негнущиеся.
- Познее отмирание старых листьев.

2. Формы фосфата

2.1 Фосфат кальция-соль

Сюда принадлежат **все удобрения**. Также **природный фосфат** находящийся в почве представлен в этой форме (в зависимости от показателя рН).

а) **Природный фосфат**

добывается и измельчается в месторождениях и применяется как удобрение (гиперфос...). При нормальных показателях рН они очень медленно растворяются. В очень кислых почвах их растворимость повышается.

б) **частично растворимые или полностью растворимые фосфаты:**

при изготовлении удобрений природные фосфаты „растворяются“ кислотами и делаются таким образом растворимыми.

Распределение по категориям растворимости:

- **Очень медленнорастворимые:**
растворимые в неограниченной килоте формы (серная кислота, фосфорная кислота):
природные фосфаты такие как новафосф, гиперфосф
- **Медленнорастворимые:**
растворимые в муравьиной кислоте такие как каролонфосфат, гиперфос
- **Немного быстрее растворимые:**
растворимые в лимонной кислоте такие как томасфосфат
- **Очень быстро растворимые, мгновенно доступные:**
растворимые в воде такие как суперфосфат, трипле-фосфат, новафос

2.2 Фосфат железа и алюминия - соль

Эти формы, которые встречаются **только в почве**, возникают в результате превращения растворимого фосфата кальция в...

- Фосфат алюминия: $Al PO_4$ (**Variscit**)
- Фосфат железа: $Fe PO_4$ (**стренгит**) или $Fe_3 (PO_4)_2$ (**вивианит**)

Эти фосфаты прежде всего наявны в кислых почвах, когда ионы алюминия (Al^{3+}) и железа (Fe^{2+}) усиленно выделяются из глинистого минерала (см. внизу рН- зависимая растворимость фосфатов!).

Растворимость фосфатов сильно зависит от рН-показателя почвы! Когда фосфат кальция в кислой среде хорошо растворим, то...

Фосфаты железа и алюминия при высоких показателях рН- хорошо растворимы.

С другой стороны чрезмерное снабжение фосфатом приводит в почве к недостаточному снабжению микроэлемента железа:

При чрезмерном снабжении фосфатом возможен недостаток железа!

<http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/eisen.htm>

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

2.3 Органические соединения фосфата

Фитин:

Фитин это кольцеобразное соединение с шести радикалов фосфата. Прежде всего это можно наблюдать на зерновых.

Навоз свиней и кур имеет высокое содержание фитина.

Фитин в почве очень слабо растворяется

Органический фосфат и гумус:

Как и другие питательные вещества фосфат внедренный в органическое вещество и может выделяться при минерализации этой органической субстанции.

2.4 Фосфат связанный на коллоиде

Довольно большая часть фосфата связанна также на ионообменной поверхности (коллоиде) как например гумус и оксид.

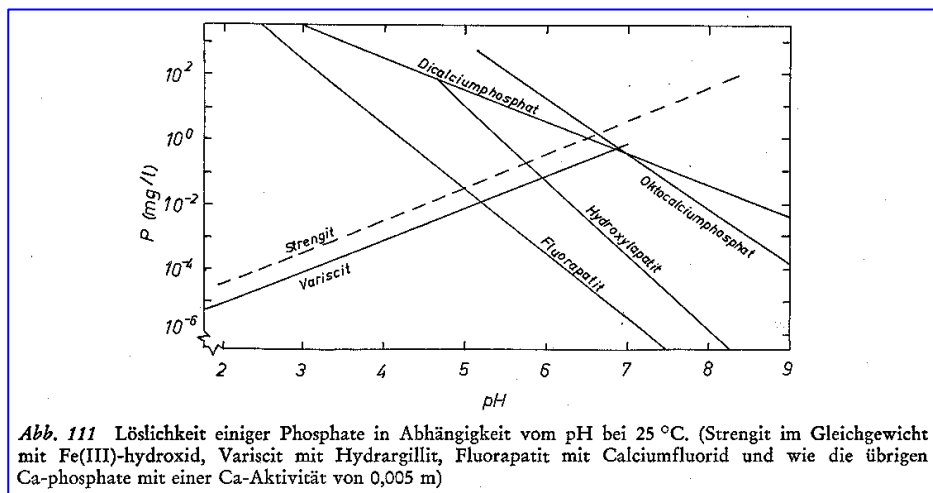
3. Подвижность фосфата в почве

3.1 Зависимость от показателя pH

Для наявности фосфата как уже было сказано играют важную роль **pH-показатель** и снабжение почвы **органическими субстанциями**.

Низкий показатель pH (ниже pH 5,6) вызывает:

- Fe - и Al – ионы высвобождаются.
Следствие: образование труднорастворимых Al - и Fe - фосфатов
- органический ионит становится положительным (H^+ - ионы оседают там)
Следствие: негативный ион фосфата связывается на положительном ионите и закрепляется.



Оптимальная растворимость фосфата при pH 6- 6,5

В почве **соответственно растворяется только 1-2 кг фосфата!** Поэтому

Оптимальная растворимость и постоянная дополнительная поставка важны для питания растения!

3.2 Зависимость от гумат-эффекта

Органическое удобрение соломой, промежуточной культурой, навозом и жидким навозом вызывают „гумат-эффект“:

(в соединении с оптимальными условиями минерализации)

- Освобождение органических соединений, которые действуют как хелат.
- **Хелаты** окутывают фосфат и делают его таким образом растворимым.



**Гумат-эффект:
лучшая усвояемость фосфатов**

4. Выводы для внесения удобрений

Хорошая дополнительная поставка фосфата важна, так как соответственно только 1 до 2 кг фосфата /га может растворяться. Поэтому для хорошей усвояемости фосфата должны быть созданы оптимальные условия:

- Кислые почвы известковать!
посредством этого улучшается усвояемость фосфата.
- Уплотненную почву разрыхлять!
Воздух улучшает минерализацию и усвояемость фосфата (гумус-эффект)

Недостача фосфата часто является признаком уплотненной почвы!

- На „плохих“ почвах для мгновенного действия являются пригодными только растворимые в воде фосфаты, наприм. суперфосфат, трипл-фосфат.
- При оптимальных почвенных условиях также очень возможно применение дешевого природного фосфата.
- Фосфатные удобрения по возможности заделывать!
лучшая усваиваемость рядом с корнями растений

**Внесенный на поверхность фосфат не имеет немедленного действия
На кукурузе „ленточное внесение удобрений“**

4.1 Обзор важных удобрений

Источник <http://www.beiselen.de/2006/start.php?S=98&L=DE> и <http://www.kali.ch/d/produkte/duenger/feld/phosphor.htm>

P/PK-DÜNGER	Phosphat				wasser- lösliches Kaliumoxid	Magnesiumoxid		Schwefel	
	wasser- löslich	mineral- säure- löslich	neutral- ammonci- trat- löslich	neutral- ammonci- trat- und wasser- löslich		gesamt	wasser- löslich	gesamt	wasser- löslich
PK 10+25 (+4 +5)	4,0	10		7,5	25	4	2	6	4
PK 12+19 (+4+7)	5,0	12		9	19	4	1	7	3,5
PK 12+24 (+6)	6,5	12		8,5	24			6	3
PK 14+14 (+4+8)	5,6	14		10,5	14	4	1	8	4
PK 15+20 (+7)	8,0	15		10,5	20			7	3,5
PK 16+16 (+7)	8,5	16		11,5	16			7	5
PK 20+30	19,0			20	30				
PK 25+25	23,0		25	25	25				
Superphosphat 18 (+11)	16,7		18		16,7			11	5,5
P 23	9,5	23						8	4
P 40	20,0	40							
TSP 46	43,5		45						

Питательное вещество калий

1. Симптомы дефицита

Источник: <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/kali.htm>

На сильно гумусных почвах с небольшим количеством глинистого минерала и при небрежном отношении к внесению удобрений возникает дефицит.



Dieser Mais zeigte trotz fachgerechter Düngung deutlichen Kalimangel – ein Hinweis auf Kalifixierung durch Bodenbestandteile.

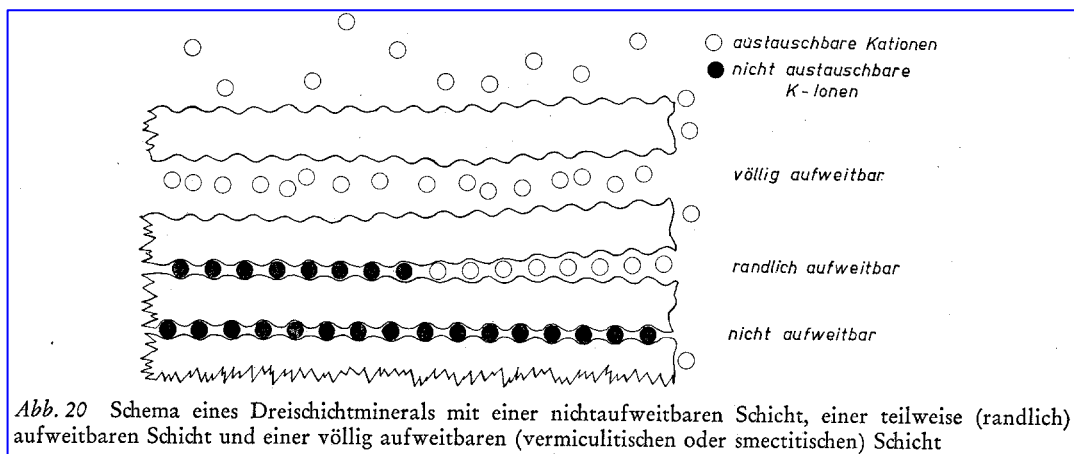
Типичные признаки недостачи:

- Старые листья имеют коричневые края (хлороз)
- Позднее отмирание листьев

2. Глинистые минералы содержат природный калий

Находящийся в прослойках калий через продолжительное время может попадать в грунтовую воду. Это значит для плодородия почвы:

Глинистые минералы это важные природные источники калия!



Источник: Scheffer-Schachtschabel

3. Формы соединения калия на глинистых минералах.

Калий связан по-разному в или на глинистом минерале:

1. неусваиваемый растениями решетчатый калий:

связанный в кристаллической решетке минерала. Глинистый минерал содержит в зависимости от вида до 15 вес.% калия в кристаллической решетке. Это значит напр. при 3500 тоннах пахотного слоя почвы на га, 20% тонн (IS/SL) и 10% калия в глинистом минерале **70 тонн калия**.

Решетчатый калий является доступным только “очень долгосрочно” (столетия?) через процесс выветривания!

2. прослойчатый калий

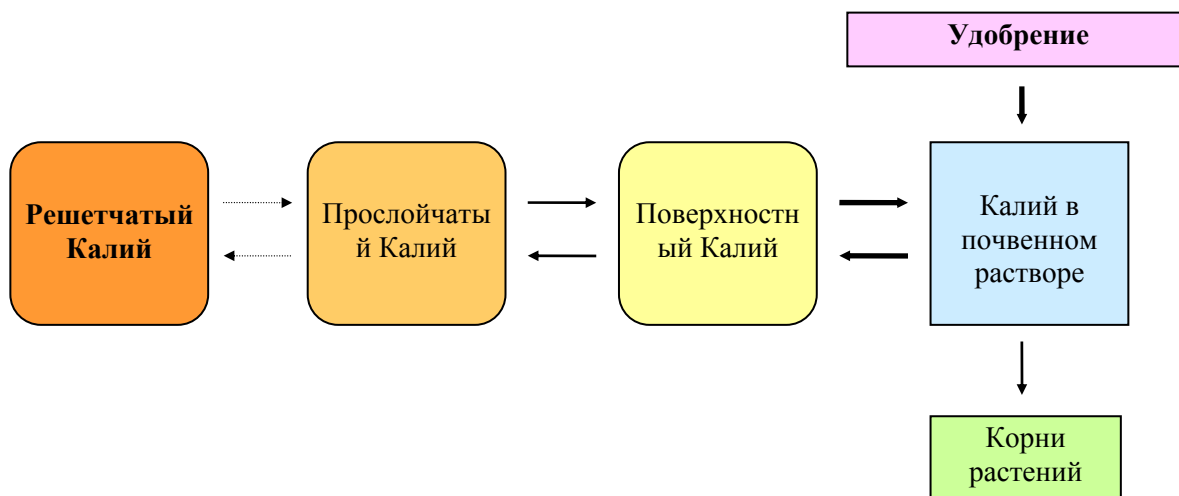
Этот калий находится в прослойках глинистого минерала и может рассматриваться как резерв питательных веществ.

3. поверхностный калий:

Калий сохраняемый на поверхности глинистого минерала (и через другие положительные питательные вещества как NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ...) может полностью усваиваться растениями. Они отделяются от поверхности когда

- их недостает в почвенном растворе или
- они вытесняются другими положительными веществами (чрезмерное удобрение!).

4. Протекание и усваиваемость в почве



Пояснения:

1. Путем удобрения калий попадает в грунтовую воду и на поверхность глинистого минерала.
2. Растение вытягивает калий из грунтовой воды, концентрация калия в ней уменьшается, поверхностный калий отделяется и наполняет снова грунтовую воду.
3. Поверхностный калий снова пополняется (медленно!) прослойчатым калием
4. Решетчатый калий освобождается (очень медленно!) и оседает в промежуточных слоях.

Удобрение калием снова пополняет поверхность глинистого минерала.

5. Выводы для внесения удобрений

В минеральных почвах с больше чем 10% тонн калий может вноситься как запас. Глинистый минерал сохраняет калий и медленно отдает его.

- Общая потребность на 3-4 года (общий севооборот) может за 1-2 дозы быть внесена

Это называют удобрение севооборота

Имеет место также для фосфата...

- Фосфат сохраняется в почве в форме его соли
- При благоприятных почвенных условиях (см. сверху) эти соли медленно растворяются.

6. Обзор важных удобрений

Источник <http://www.beiselen.de/2006/start.php?S=98&L=DE>

P/PK-DÜNGER	Phosphat				wasserlösliches Kaliumoxid	Magnesiumoxid		Schwefel	
	wasserlöslich	mineral-säurelöslich	neutral-ammonci-trat-löslich	neutral-ammonci-trat- und wasserlöslich		gesamt	wasserlöslich	gesamt	wasserlöslich
PK 10+25 (+4 +5)	4,0	10		7,5	25	4	2	6	4
PK 12+19 (+4+7)	5,0	12		9	19	4	1	7	3,5
PK 12+24 (+6)	6,5	12		8,5	24			6	3
PK 14+14 (+4+8)	5,6	14		10,5	14	4	1	8	4
PK 15+20 (+7)	8,0	15		10,5	20			7	3,5
PK 16+16 (+7)	8,5	16		11,5	16			7	5
PK 20+30	19,0			20	30				
PK 25+25	23,0		25	25	25				
Superphosphat 18 (+11)	16,7		18		16,7			11	5,5
P 23	9,5	23						8	4
P 40	20,0	40							
TSP 46	43,5		45						

Определение потребности в удобрении для фосфата и калия

1. CAL- метод

Основная схема:

- Исследование почвы и введение в категории (лабораторный метод см. занятие)
- Расчет вытягивания в зависимости от урожая
- Определение потребности в зависимости от вытягивания и снабжения почвы

1.1 Взятие почвенных образцов

Для взятия почвенных образцов важно...

- Взятие пробы в глубине пахотного слоя (20-25 см), на лугу в глубине дернины (10 см)
- взятие проб с помощью трубы для бурения через небольшой участок (1-2 га)
- как минимум 10-15 прорезов, почвенные образцы мешать, один паке из этого отправляется как смешанный образец в лабораторию.

1.2 Исследование почвы в лаборатории

Источник: <http://www.staff.uni-mainz.de/emde/labor/pdf/laborskript.pdf>

1. В лаборатории высушенная почва разбавляется с буферным раствором:
 - 39,5 г Кальций ацетат + 77 г Кальций лактат + 89,5 мл ледяной уксусной кислоты доливают 1 литром дестилированной воды.
 - для использования раствор еще раз разбавляют 1 : 5
 - рН- показатель такого буферного раствора = 4,1

Буферный раствор должен симулировать ситуацию рН показателя поверхности корней и почвы (растворимость питательных веществ...).
--

2. Почву в буферном растворе 2 часа встряхивают и таким образом...
 - растворяется поглощаемое растениями количество солей фосфата
 - Калий K^+ вытесняется Калием Ca^{2+} на ионитной поверхности (глинистом минерале) и тоже попадает в раствор.
3. Почву фильтруют и в фильтрате определяют количество растворимых питательных веществ.
4. Содержание питательных веществ в фильтрате пересчитывается в мг/100 г почвы

1.3 Классификация лабораторных результатов по разрядам.

Источник: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/10330/index.php>

Содержание питательных веществ в мг/100 г почвы пересчитывается по категориям.

Категории для CAL-растворимых фосфатов в пахотных угодьях (мг P₂O₅/100 г почвы)

Категория	Минеральная почва	Болотная почва
A = низкий	< 5	< 3
B = средний	5 - 9	3 - 6
C = оптимальный	10 - 20	7 - 14
D = высокий	21 - 30	15 - 21
E = очень высокий	> 30	> 21

Категории для CAL- растворимого Калия на пахотных угодьях (мг K₂O /100 г почвы)

Тип почвы/ Категория	Песок, болото	Глина с примесями	Глина без примесей
A = низкий	< 4	< 5	< 7
B = средний	4 - 7	5 - 9	7 - 14
C = оптимальный	8 - 15	10 - 20	15 - 25
D = высокий	16 - 25	21 - 30	26 - 35
E = очень высокий	> 25	> 30	> 35

1.4 Рекомендации по внесению удобрений

Для отдельных категорий имеют место следующие цели внесения удобрений:

Категория	Мероприятия по внесению удобрений направленные на получение большей, оптимальной урожайности....
A = очень низкий B = низкий	Содержание питательных веществ в почве должно быть повышено путем увеличенных доз фосфата и калия: Вытягивание + Примесь
C = оптимальный	Содержание питательных веществ в почве должно быть стабилизировано. Внесение удобрений должно быть в количестве их выноса: Удобрение по вытягиванию
D = высокий	Содержание питательных веществ в почве очень высоко. Путем ограниченного внесения удобрений оно должно уменьшиться: Половина вытягивания
E = очень высокое	Очень высокое содержание питательных веществ в почве должно быть снижено. Поэтому на протяжении нескольких лет не должно производиться внесение удобрений: Никакого внесения удобрений

Из этого следуют такие рекомендации по внесению удобрений:

	P_2O_5		K_2O	
	для всех типов почв		Песок	Глина(с примесями и без)
A = низкий	вытягивание +60		вытягивание +40	вытягивание +75
B = средний	вытягивание +60		вытягивание+40	вытягивание +75
C = оптимальный	вытягивание		вытягивание	вытягивание
D = высокий	½ вытягивания		½ вытягивания	½ вытягивания
E = очень высокий	0		0	0

2. EUF- метод

Источник: http://bisz.suedzucker.de/Duengung/Funktion_der_EUF/

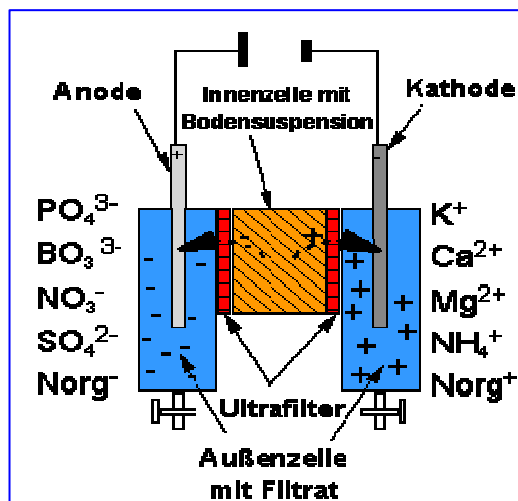
Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

Сахарная промышленность разработала собственный метод для исследования почвы. EUF это сокращение для

Электро- Ультра- Фильтрационный метод

В противоположность CAL- методу по EUF-методу все важные питательные вещества охватываются в одном исследовании:

2.1 Метод и методика



- Для почвенного образца при определенной температуре создают электрическое напряжение. Через ультрафильтр перемещаются...
- к **аноду** негативно заряженные ионы питательных веществ как NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , BO_3^{3-} , $N_{орг}$
- к **катоде** положительно заряженные ионы питательных веществ как K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ , $N_{орг}$

Такие отделенные питательные вещества отфильтровываются и определяются в количественном отношении.

Это происходит в 2 фракциях:

1. **Фракция:** „Немедленно усваиваемые растениями питательные вещества“:
Продолжительности фильтрации 30 минут при 20° C, макс. 200 V и 15 mA
2. **Фракция:** „Способные к дополнительной поставке питательные вещества“:
Продолжительность последующей фильтрации 5 минут при 80° C, макс. 400 V и 150 mA

Обе фракции отражаются в результатах исследования почвы и служат основой для внесения удобрений.

Питательное вещество магний

1. Симптомы дефицита

Источник: <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/magnesium.htm> и http://www.tll.de/visuplant/vp_idx.htm, Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form



Типичные симптомы дефицита магния...

- начиная на старых листьях (Mg^{2+} подвижен в растении!)
- осветление между зелеными жилками листа,
- края и жилки листьев остаются еще долго здоровыми

1.1 Природные источники магния и места дефицита

Источник: http://www.kali-gmbh.com/duengemittel/fachinfo/beratung/naehrstoff_magnesium.cfm

Как калий и микроэлементы, также и магний...

- прежде всего имеется в **глинистых минералах**.
- Второй важный источник дополнительной поставки это ...
- Запас **известняка** в почве („углекислая магниева известь“)

Это упрощенные высказывания...

Абсолютное содержание магния в глинистом минерале и известковой породе подлежит большой ширине разброса.

Места дефицита это кислые (=никакого известняка!) песчаные почвы (=мало глины)

2. Подвижность в почве

2.1 Антагонизм ионов при поглощении питательных веществ

Еще одной причиной недостатка магния является

- нарушенное поглощения ионов магния Mg^{2+} корнями через
- избыточное предложение позитивных ионов алюминия (NH_4^+), калия (K^+) или Ca^{2+} .

При избыточном внесении калийных удобрений калий вытесняет магний из корней.

2.2 Конкуренция на глинистом минерале

На глинистом минерале магний конкурирует с другими позитивными ионами такими как калий K^+ или кальций Ca^{2+} за место на ионообменнике.

На почвах с избыточным внесением калийных удобрений это может привести к вымыванию магния, так как ион калия (K^+) вытесняет из глинистого минерала ион магния (Mg^{2+}).

Подвергающиеся вымыванию магния являются места ...

- **легкие, кислые почвы**, особенно...
- **при избыточном снабжении калием** (степень снабжения „D“ и „E“)

3. Внесение удобрений

3.1 Внекорневое внесение удобрений сульфата магния

Источник: <http://www.kali-gmbh.com/duengemittel/produkte/duengemittel.cfm>

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

При актуальном дефиците магния применение...

горькой соли как Эпсо (сульфат магния $MgSO_4$)

Горькая соль (напр. Эпсо топ, 16% MgO + 13% S) может также применяться при дефиците серы.

Внекорневое внесение удобрений/фертигация	<u>K₂O</u>	<u>MgO</u>	<u>S</u>	<u>Na</u>	<u>B</u>	<u>Mn</u>	<u>Zn</u>
<u>EPSO Combitop</u>		x	x			x	x
<u>EPSO Microtop</u>		x	x		x	x	
<u>EPSO Top</u>		x	x				
<u>Hortisul</u>	x		x				

3.2 Внесение удобрений в почву

Поддерживающее внесение удобрений для приблизительно оптимального показателя pH очень хорошо возможно

углекислой магниевой известью ($CaCO_3$, $MgCO_3$)

Таким образом достигается также предусмотрительное удобрение магнием.

Растворимость или усваиваемость Mg^{2+} из извести зависит от

- **степени измельчения** извести и
- от **pH-показателя** почвы.

Лучшая усваиваемость Mg^{2+} при мелком измельчении извести и кислой почве!

Рекомендуемая доза удобрения ...

40 - 100 кг MgO /га

уже вноситься с приблизительно 10 ц **углекислой магниевой извести** (мин. 15% MgO) .

Много минеральных удобрений также содержат какую-то часть магния.

Известняк

1. Следствия недостаточного снабжения известняком

1.1 Нарушенная динамика питательных веществ в почве

Слишком низкие показатели рН почвы препятствуют превращению питательных веществ и их усваиваемости:

Азот:

Пониженная минерализация и нитрификация на основе замедления биологической активности

Фосфат:

Отложение фосфата через плохорастворимые соли алюминия и железа, и через это плохая подвижность фосфата (Р-недостаток несмотря на Р-внесение удобрений!).

Кальций:

способствует росту (построение стенок клеток). При недостатке возможны повреждения на кончиках корней и верхушках побегов.

Алюминий:

Повышенное освобождение алюминия. Это яд для корней и также это способствует отложению фосфата

1.2 Нарушенная структура почвы

Дефицит известняка вызывает заиливание и плохую структуру почвы.

Известняк приносит ионы Ca^{2+} в почву, которые способствуют образованию комковатой структуры. Благодаря этому...

- стабилизируется структура почвы
- аэрация, разрыхление
- меньшее заиливание (напр. полевая всхожесть сахарной свеклы!)
- способствование биологической активности

1.3 Экстремальный антагонизм ионов на корнях

Кислые ионы покрывают поверхность глинистого минерала и корней и вытесняют ионы других питательных веществ.

1.4 Повреждения при избытке кислоты

Низкое снабжение известняком несет ответственность за большое число зависимых между собой процессов в почве и на корнях (самые важные были описаны выше).

Вследствие этого показываемая картина повреждений охватывается под понятием „Кислотные повреждения“ и особенно проявляет себя

в комбинации с уплотнением и верховодкой

Характерные черты кислотных повреждений на посевах (напр. озимого или летнего ячменя):

- общая желтая окраска и засыхание молодых листьев
- угнетенный рост
- плохое формирование корней (нету мочковатых корней)

напр. желтые поля озимого ячменя осенью

Среди видов зерновых есть распределение в зависимости от **кислотной переносимости**:

Овес > Рожь > Пшеница > Ячмень

2. Зависимые от места расположения оптимальные показатели pH

Источник: <http://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/10330/index.php>

Оптимальный показатель pH различных почв:

Вид почвы	Оптимальный pH
глинистый песок	5,8 - 6,2
глина с примесями	6,3 - 6,8
глина без примесей	6,9 - 7,2

2.1 Причины различий в оптимальном показателе pH

1. Повышенное снабжение известняком на тяжелых почвах приводит к улучшенной комковатой структуре, на легких почвах это не наблюдается.
2. Легкие почвы от природы бедные на микроэлементы (природные источники микроэлементов это глинистые минералы). При высоких показателях pH большинство микроэлементов труднодоступны; образуются труднорастворимые соли. Поэтому на песчаных почвах нужно добиваться низких показателей pH.

Типичными местами дефицита микроэлементов являются сильно заизвесткованные почвы или от природы содержащие известняк песчаные или болотистые почвы.

3. Внесение известняковых удобрений

3.1 Удобрения и формы известняка

Источник: <http://www.beiselen.de/2006/pdf/46.pdf>

Удобрение	Концентрация / форма известняка	Показатель нейтрализации
Жженая известь 90	75-90% CaO	75-90% CaO
Жженая известь с серой 90/2	80% CaO, 2% S	80% CaO
Жженая известь с магнием* 85	60% CaO, 25% MgO	95% CaO
Углекислая известь	85-95% CaCO ₃	48-53% CaO
Углекислая магниевая известь	45-80% CaCO ₃ , 15-40% MgCO ₃	49-57% CaO
Углекислая известь с серой	80% CaCO ₃ , 2% S	45% CaO

3.2 Какой вид известняка для какой почвы?

3.2.1 Жженая известь (CaO, оксид кальция)

- быстрая нейтрализация почвенных кислот
- комковое действие через ионы Ca^{2+} (см. вверху).

Жженая известь важна когда...

- рН показатель должен быстро подняться
- на глинистых почвах должна улучшиться комковатая структура

3.2.2 Углекислая известь (CaCO_3 = карбонат кальция, MgCO_3 = карбонат магния)

Общепринято :

1. Нейтрализующее действие углекислого известняка намного медленнее, чем у жженой извести.
2. Углекислый известняк очень медленно растворяется. Решающим для действия является величина зерен.

Крупнозернистый влажный известняк (песчаная структура) имеет экстремально медленное действие!!

3. на основе общей медленной растворимости не ожидается образование комковой структуры.

Углекислая магниевая известь когда...

- комковая структура не важна (легкие почвы...)
- очевидна потребность в Mg (на легких, кислых почвах...)
- рН оптимальная, но важно поддерживающее внесение удобрений (все почвы)

3.2.3 Обобщение

На песчаных почвах:

1. Быстрое повышение показателя рН на кислых почвах до оптимального значения путем внесения **жженой извести**.
Таким образом избегаются кислотные повреждения на последующих культурах.
2. Последующее внесение медленно действующего углекислого магниевого известняка

Известняк на стерню зерновых осенью

На глинистых почвах:

1. На заиленных почвах в основном надо вносить жженую известь
Это относится к сахарной свекле, рапсу или кукурузе.

Известкование перед посевом для улучшения структуры почвы

2. При оптимальных почвенных условиях и показателе рН известкование может также проводиться углекислым известняком карбонатом извести (напр. карбоизвестняк на сахарной свекле).

Питательное вещество сера

1. Симптомы дефицита

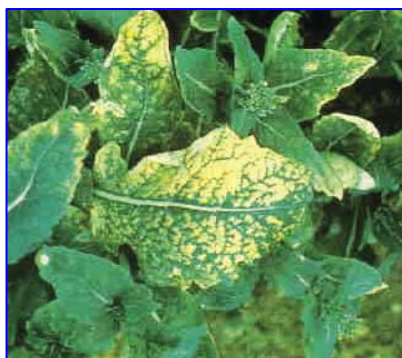
Общие симптомы дефицита:

Осветление молодых листьев и частей растения

1.1 Симптомы и особенности на рапсе

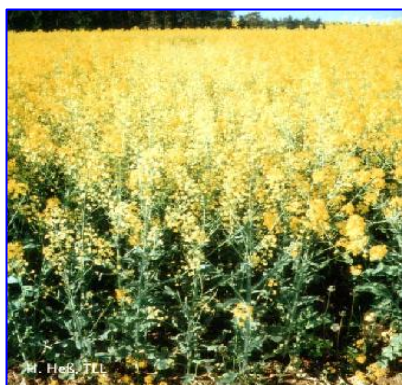
Источник картинок: <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/schwefel.htm>

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form



Листья:

- окрашенные в желтый цвет края молодых листьев (в противоположность к недостатку N, там сначала старые листья!),
- жилки листьев долго остаются зелеными (похоже как при Mg - дефиците)
- ложкообразные искривления молодых листьев



Цветы:

светло-желтая до белого окраска лепестков

Стручки:

- маленькие красноватые стручки с небольшим количеством семян

2. Типичные места дефицита

Сера поглощается растением только в форме сульфата SO_4^{2-} . Через его негативный заряд...

сульфат сильно подвергается опасности вымывания (как и нитрат NO_3^- !).

Природные, медленно текущие источники серы это прежде всего гумус и органические удобрения.

Типичными местами дефицита поэтому являются...

- **легкие, песчаные почвы**, которые склонны к вымыванию
- с небольшим содержанием гумуса в т.ч.
- **никакого органического удобрения** (см. также внизу)

3. Внесение серных удобрений

3.1 Внесение органических удобрений

(Док. Гутсер, в. Тухер, 2001)

Жидкой и твердый навоз имеют следующее содержание серы:

	Твердый навоз (25% сухого вещества, кг/тонну)		Жидкий навоз (кг/м ³)	
	S _{всего} .	из этого SO ₄ ²⁻ -S	S _{всего} .	из этого SO ₄ ²⁻ -S
КРС	0,8-1,5	3-17%	0,2-0,6	25%
Свины	0,8-2,3	от S _{всего}	0,3-0,5	от S _{всего} .

Ориентировочное значение: 1кг S/тонна в стойловом навозе и 0,5 кг S/м³ в жидком навозе

Усваиваемость:

- только форма сульфата (SO₄²⁻) усваивается немедленно.
- преобладающая часть все-таки S_{орг.} которая должна минерализоваться
- минерализация серы медленнее чем у азота

3.2 Внесение минеральных удобрений

Вместе с внесением азотных удобрений ранней весной:

30 - 50 кг S/га

Внекорневое внесение MgSO₄ (горькой соли) не может покрыть потребность

Сульфат-содержащее внесение РК-удобрений это например

кисерит и кали-магнезия 20% S	суперфосфат 12% S
калийсульфат 18% S	горькая соль 13% S (внекорневое внесение)
40 ый зернистый калий 5% S	

Важные серосодержащие азотные удобрения...

Источник: <http://www.beiselen.de/2006/start.php?S=98&L=DE>

Translator: http://www.online-translator.com/text.asp#tr_form

N-EINZELDÜNGER	Gesamtstickstoff	Nitratstickstoff	Ammoniumstickstoff	Carbamidstickstoff	Cyanamidstickstoff	Schwefel		Magnesium	
						gesamt	wasserlöslich	gesamt	wasserlöslich
KAS	27	13,5	13,5					4	1,1
Ammonsulfatsalpeter	26	7,5	18,5			13	13		
Ammonsulfatsalpeter+Bor	26	7,5	18,5			13	13		
Piamon 33-S	33		10,4	22,6		12	12		
Piasan / AHL	28	7	7	14					
Schwefels. Ammoniak	21		21			24	24		
Dynamag-S	24	12	12			6	6	6	6
Dynamon-S / SAN 24	24	12	12			7	7		
Piasan 24-S	24	5	8	11		3	3		
Harnstoff / Piagran	46			46					

Пример расчета внесения серы для рапса:

1. Основная потребность в сере покрывается внесением азотных удобрений

- Для потребности в 100 кг N/га до начала вегетации нужно приблизительно 400 кг бор-селитры сульфата аммония (ASS, 26%N).
- При этом вносятся также $400 \text{ кг} \times 13\% = 52 \text{ кг S/га}$.

Нормальное внесение азотного удобрения ASS покрывает потребность в S!

2. Максимальная потребность покрывается внекорневым внесением удобрений

Горькая соль (MgSO_4) против актуальных симптомов дефицита:

- при содержании S в размере 13% и
- при макс. 5%-ом отваре для опрыскивания
- может быть внесено в 400 л/га макс. 2,6 кг S/га. Также здесь имеет силу, что: **внекорневое внесение может только пополнить потребность в сере!**

Сера в стойловом и жидком навозе

Как выше указано, сера в органических удобрениях преимущественно представлена в форме только медленно усваиваемой $S_{\text{орг}}$.

Немедленную, актуальную потребность навоз не может покрыть, так как в нем сера представлена в основном в органической форме, а не в форме сульфата SO_4^{2-} .

2.3 Содержание органических веществ (гумус)

Микроэлементы могут **связываться на гумусе** и тогда они малоусваиваемые. Прежде всего сюда принадлежит **медь (Cu)**.

Дефицит микроэлементов в почвах богатых на гумус или на болотистых местах!!

2.4 Содержание глины

Глинистые минералы это природные источники микроэлементов. Основные факторы влияющие на усваиваемость это уже названные факторы рН показатель, содержание кислорода и гумуса. Поэтому могут также тяжелые почвы (гумус, показатель рН) проявлять признаки недостатка (напр. при меди или цинке).

2.5 Конкуренция ионов на корне

Поглощение корнем микроэлементов может быть нарушено **антагонизмом питательных веществ**.

Ионы питательных веществ “ссорятся” за место поглощения на корне. При этом вступают...

- негативно заряженные ионы (анионы) друг против друга в конкуренцию как напр. борат, молибден, фосфат и нитрат
- позитивно заряженные ионы (катионы) друг против друга в конкуренцию как напр. железо, медь, цинк, марганец, калий, кальций, аммоний, магний..

Это является причиной почему в почве должно быть **уравновешенное обеспечение питательными веществами. Перенасыщение калием может вызвать дефицит магния.**

2.5.1 Конкуренция в растении

Микроэлементы могут вытеснять друг друга на их местах действия (энзим) в процессе обмена веществ. Эта конкуренция особенно известна между медью и марганцем:

Медь вытесняет марганец в растении

Чтобы избежать недостатка марганца надо при опрыскивании медью примешивать марганец!

Другие свойства в обмене веществ в растении см. FAL.de:

http://www.fal.de/cln_044/nn_787908/SharedDocs/01_PB/DE/Downloads/Nachstofftage/Mikro-Tag/Mikro-Tag-download.html

Translator: http://www.online-translator.com/site_translation.aspx

3. Марганец

На определенных местах (напр. лес, кейпер из песчаника) в глубоких слоях почвы (начиная с В-горизонта профиля почвы) находятся

типичные черно-голубые размером с ушко иголки шарики

Эти комки марганца вырабатываются бактериями, которые окисляют Mn^{2+} до Mn^{4+} . Mn^{4+} выпадает как твердый оксид. Так как растение поглощает только растворимый Mn^{2+} , то у нее отнимают усваиваемый марганец.

В минеральных почвах всегда достаточного марганца. Усваиваемость растением этого марганца сильно зависит от почвы:

Марганец особенно откладывается при...

- высоком pH...
- высоком содержании гумуса (откладывание и фиксация...)
- хорошем проветривании (откладывание в форме оксида...)

3.1 Симптомы дефицита марганца

Источник: <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/mangan.htm>

Translator: http://www.online-translator.com/site_translation.aspx



Getreide (Bild: SCPA, Mulhouse)

Так как марганец в уплотненных, влажных почвах лучше усваивается чем на хорошо проветриваемых (см. вверху), то из этого следует первый и очень важный совет...

темно-зеленые колени на осветленных посевах.

Поэтому исследование почвы на минеральных почвах не имеет смысла (не учитывает усваиваемость растения!).

3.2 Внесение удобрений

Источник: <http://www.jost-group.com/>

Формы марганца должны быть растворимы в воде (= внекорневое удобрение на основе **челат**).

Пример для внекорневого внесения удобрений:

- **Folicin** (фирма Jost) с 13% Mn в челат форме, при видимом дефиците марганца 1,5 кг/га
- Nutricombi® Fluid (фирма **Combo**)

4. Бор

Усваиваемость бора на основных и сильно кислых почвах относительно плохая. Кроме того он сильно подвержен опасности вымывания!

кислая	←—————→	основная
откладывание как нерастворимых солей бора (H ₃ BO ₃)	оптимальная растворимость при pH 6,0- 6,5 как негативно заряженных ионов бора	усиленное связывание на оксиде почвы (Fe, Al)

Места недостачи бора по этим причинам прежде всего...

- кислые, легкие почвы или
- от природы содержащие известь (песчаные) почвы

4.1 Симптомы дефицита

Источник: <http://www.kali.ch/d/service/dokumentation/naehrstoff/bor.htm>

Translator: http://www.online-translator.com/site_translation.aspx



Бор в растении неподвижен и особенно важен для образования "тонкой ткани".

Недостаток проявляется исключительно на молодых (растущих-) тканях.

Типичные симптомы на...

- **Сахарная свекла:** сердцевинная гниль свеклы (см.верху)
- **Рапс:** задержка развития в т.ч. коричневое высыхание кончиков кисти соцветия или молодых кистей.
На молодых кистях пустые стручки (никакого образования стручков) в т.ч. маленькие высушенные стручки или высушенные кончики стручков.
- **Кукуруза:** на ранних растениях белые, испорченные кончики листьев. Позже на початках неравномерное нарастание зерен (нету равномерных рядов зерен).
Бор важен для эмбрионального развития початков.

4.2 Внесение удобрений

Источник: <http://www.kali.ch/d/produkte/duenger/duenger.htm> и

<http://www.compo-profi.de/produkte/2908.php>

Для растений нуждающихся в боре таких как сахарная свекла и рапс (также подсолнечник)...

- внесение содержащих бор азотных удобрений в почву (бор-ASS)
- со специальным внекорневым удобрением ([Solubor](#), [Nutribor](#)...)
- внекорневое удобрение по возможности раньше