



# МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА И САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

**Леена РИСТИМАКИ**

Яра Суоми, Финляндия



# IFA Москва 2009

Москва, Россия, 6-9- октября 2009

## Методы использования удобрений при выращивании подсолнечника и сахарной свеклы

Леена Ристимаки, Главный агроном , Восточная Европа, Яра Суоми , Финляндия

### 1. ПОДСОЛНЕЧНИК

#### 1.1. Общие сведения

Подсолнечник является однолетней культурой , выращиваемой для получения семян, имеющих высокое содержание масла (до 50 %). Родом из Северной Америки , подсолнечник попал через Испанию в Европу, где был распространен как дикорастущее растение до тех пор, пока не был привезен в Россию, где к нему отнеслись более «серьезно». Именно здесь, в России , селекция подсолнечника достигла выдающихся результатов , и содержания масла в зернах было увеличено с 28% до почти 50%. В настоящее время 60 % мирового производства подсолнечника обеспечивается Европой и Россией. Другими крупными производителями являются Аргентина, Индия, Китай и США. И хотя подсолнечник выращивается достаточно широко, его можно считать культурой специального назначения с возрастающим спросом на посевные площади, что связано с увеличением потребления растительного масла и расширением производства биологического топлива из сельскохозяйственных культур.

Урожайность подсолнечника варьируется от 2 до 4 тонн с гектара, в то время как потенциал новейших скрещенных сортов может достигнуть 6 т/га. При выращивании подсолнечника очень важным является надлежащий севооборот для борьбы с заболеваниями и сорной травой, а также с точки зрения химического анализа почвы.

Возрастающее внимание уделяется процентному составу жирной кислоты в растительном масле, важной характеристике с точки зрения здоровья человека. По некоторым данным способы выращивания , включая уровень азота (N) , могут влиять на пропорциональное содержание здоровых жирных кислот, например , ненасыщенной олеиновой кислоты и линолеиновых кислот , в современных скрещенных сортах подсолнечника. В целом, ненасыщенные жирные кислоты составляют приблизительно 90 % общей масличности.

#### 1.2. Потребности подсолнечника в питательных веществах

Использование удобрений при выращивании любой сельскохозяйственной культуры в наибольшей степени зависит от ее потребности в питательных веществах, анализа почвы и ожидаемого урожая. А также необходимо принимать во внимание некоторые специфические аспекты сельскохозяйственной культуры. . В отношении подсолнечника,, одним из таких аспектов является азот (N). Азот всегда был самым важным питательным веществом и имеет самый явное и видимое воздействие на сельскохозяйственные культуры. Для подсолнечника потребность в азоте в составе удобрения является самой высокой при первичной вегетации. Это обусловлено тем, что подсолнечник имеет очень глубокие корни , достигающие нескольких метров в глубину

почвы, и за счет этого обладает высокой способностью использовать запасы питательных веществ почвы позже во время сезона. Документально подтверждено, что 60-70% азота потребляется подсолнечником из запасов почвы. Поэтому, при составлении планов подкормки этой сельскохозяйственной культуры необходимо сосредоточить внимание на эффекте стартовой дозы. Грубо говоря, если фермер успешно проведет весеннее удобрение почвы, остальной сезон в этом плане будет менее важен.

Что касается общих потребностей подсолнечника в питательных веществах, документация содержит большое количество разной информации, в зависимости от сортов, условий выращивания, географического местоположения и тд. Как видно из Таблицы 1, в литературе задокументированы различные потребности в питательных веществах и количества их поглощения. Что касается потребности в азоте (N), в литературе существуют несколько ссылок, что общая потребность в азоте для подсолнечника составляет 45 кг N / 1 т семян подсолнечника.

**Таблица 1.** Поглощение питательных веществ и вымывание семян подсолнечника, кг/т производства семян, по различным источникам информации.

| Источник                   | Страна    |                      | N  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | CaO | SO <sub>3</sub> |
|----------------------------|-----------|----------------------|----|-------------------------------|------------------|-----|-----|-----------------|
| Blamey et al. (1987)       | Австралия | Суммарное поглощение | 41 | 11.5                          | 35               | 18  | 25  | 12.5            |
|                            |           | Из этого вымывается  | 26 | 9                             | 7                | 3.5 | 1.5 | 5               |
| Merrien, A.. SETIOM (2007) | Франция   | Вымывание            | 19 | 14                            | 8.5              | 3.5 |     |                 |
| KTBL (2005)                | Германия  | Вымывание            | 28 | 16                            | 24               | 6.6 |     |                 |

Если сделаны листовые анализы, то подходящим моментом является период до цветения. Ниже, в Таблицах 2а и 2б, приведена оптимальная концентрация, принятая во Франции.

**Таблица 2а.** Оптимальное содержание питательных веществ в листьях подсолнечника незадолго до цветения, % сухого вещества.

| Фосфор (P) | Калий (K) | Кальций (Ca) | Магний (Mg) | Сера (S)   |
|------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| 0.3 – 0.5  | 3 – 4.5   | 0.8 - 2      | 0.3 – 0.8   | 0.15 – 0.2 |

**Таблица 2б.** Оптимальное содержание питательных веществ в листьях подсолнечника незадолго до цветения, ppm сухого вещества.

| Бор (B)  | Медь (Cu) | Железо (Fe) | Марганец (Mn) | Молибден (Mo) | Цинк (Zn) |
|----------|-----------|-------------|---------------|---------------|-----------|
| 35 - 100 | 10 - 20   | 80 - 120    | 25 - 100      | 0.4 - 1       | 30 - 80   |

### 1.3. Использование азота (N)

Как уже было сказано, для подсолнечника основную часть азота рекомендуется вносить до или во время сева. Не советуется позднее использование N – после листовой фазы 10-14. Слишком высокое количество азота позже в сезон не способствует увеличению урожая, а повышает риск заболеваний, может вызвать полегание и имеет отрицательное влияние на содержание масла.

Общие рекомендации по азоту для подсолнечника варьируются от 60 до 100 кг/га, например, в Венгрии норма использования азота редко превышает 70 кг/га. В таблице 3 приводится норма азота, рекомендуемая во Франции. Как можно увидеть, нормы N в основном колеблются от 40 до 80 кг/га, рекомендуемое время внесения – при севе или самое позднее во время листовой фазы 8-10.

**Table 3.** Норма N во Франции, кг/га, рекомендованная для подсолнечника на основании минерального содержания N в почве и ожидаемого урожая.

| NO <sub>3</sub> - N в почве (кг/га) | Ожидаемый урожай 2.5 т/га (неглубокая почва) | Ожидаемый урожай 3.5 т/га (глубокая почва) |
|-------------------------------------|--|--|
| 30 (низкое)                         | 40 – 80                                      | > 80                                       |
| 60 (среднее)                        | < 40   | 40 - 80                                    |
| 90 (высокое)                        | 0  | < 40                                       |

При расчете нормы N нужно учитывать потребность сельскохозяйственной культуры при ожидаемом уровне урожайности, минеральное содержание N в почве при посеве и ожидаемое количество N, поглощенного из почвы в течение сезона. Безусловно, последнее является самым сложным, и поэтому рекомендуется хорошая система отслеживания. Во Франции уже разработан практический тест, названный Гелиотест, который может быть проведен любым фермером на его собственных полях. Тест включает в себя определение фермером тестируемого участка, где он применяет обычную норму азота, 60-80 кг/га, весной, и дополнительно контрольного участка без удобрения. В течение сезона он сравнивает тестируемый участок с контрольным и соответственно добавляет дополнительное количество N на свои основные поля. Он отслеживает возможные симптомы дефицита N и, что наиболее важно, их появление на маленьком удобренном участке. Если симптомы дефицита азота проявляются в начале сезона, стоит применить дополнительное количество азота.

Как видно из Таблицы 4, например, при ожидаемом уровне урожая в 3т/га, при появлении симптомов позже листовой фазы 10, дополнительное использование азота не приносит результата.

**Table 4.** Описание Гелиотеста. Норма дополнительного внесения N в зависимости от времени проявления симптомов азотной недостаточности у подсолнечника при базовом использовании азота в количестве 60-80 кг/га.

| Число листьев при появлении симптомов недостаточности N | Ожидаемый урожай, т/га |     |    |     |     |
|---|------------------------|-----|----|-----|-----|
|   | 2                      | 2.5 | 3  | 3.5 | 4   |
| 7 - 8   | 0                      | 30  | 40 | 70  | 100 |
| 9 - 10  | 0                      | 0   | 30 | 50  | 80  |
| 11 - 12   | 0                      | 0   | 0  | 30  | 60  |
| 13 – 14   | 0                      | 0   | 0  | 30  | 40  |

В Аргентине подсолнечник широко выращивается в пампасах, где раньше не добавлялись никакие удобрения. Это привело, например, к значительному падению содержания фосфора в почве. Недавно проведенные испытания показали, что самый высокий урожай был достигнут при общем количестве азота в 181 кг/га (почва+удобрение), но при использовании достаточного количества фосфора – 40 кг P/га в данном случае. При удобрении достаточным количеством P и N было собрано на 20% больше семян подсолнечника, чем при использовании только N.

#### 1.4. Другие макро-элементы

Фосфор (P) и калий (K) можно вносить либо осенью, либо весной. Осенняя подкормка чаще применяется для тяжелых почв, для легких почв рекомендуется весенняя подкормка. Подкормка P и K часто производится один раз во время севооборота. До и во время сева наилучшим вариантом является внесение низкоазотных NPK с марганцем, серой и ключевыми микронутриентами, особенно, если нет подробных сведений о химическом или физическом составе почвы.

Например, во Франции обычно рекомендуется вносить 40-60 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> для почв, в которые в предыдущие два года не вносился P, и 50-70 кг K<sub>2</sub>O, если P не вносили более двух лет. Что касается калия, то во Франции фермерам рекомендуется вносить 40-60 кг K<sub>2</sub>O для почв с высоким или умеренным содержанием калия, и на 20 кг/га больше для почв с низким содержанием калия. В дополнение, фермерам рекомендуется не забывать об удобрении P и K, ведь, как известно, потребности подсолнечника в этих элементах умеренны, и, чтобы сократить затраты, может возникнуть желание избежать удобрения почвы.

#### 1.5. Вторичные и микро-нутриенты

Подсолнечник является высоким растением и только его малая часть, т.е. семена, подлежат сбору. Необходимо помнить, что специфической характеристикой выращивания подсолнечника является его повышенная потребность в сере (S) по сравнению, например, со злаками. Это необходимо учитывать при его выращивании в районах, где запасы серы значительно снижены. В настоящее время почти все NPK на европейских рынках содержат некоторый процент серы, и имеется большое разнообразие NS продуктов. При внесении во время сева, они должны удовлетворить потребности подсолнечника в сере по меньшей мере в течение критического периода начала сезона.

Поглощение подсолнечником кальция довольно высоко, до 70-80 кг CaO/га при ожидаемом урожае 3 т/га. Несмотря на это, видимая нехватка кальция не типична, тогда как нехватка микронутриентов вполне может возникнуть. Существуют задокументированные сведения, что при выращивании подсолнечника часто возникает нехватка бора (B). Это объясняется ролью B в питании растения. Бор содержится в больших количествах в транспортных органах и стенках клетки, а также в новообразованной ткани и дифференцировке клеток. Для таких высоких растений, как подсолнечник, особенно необходим сильный ствол для внутренней транспортировки веществ от листы к семенам. Недостаток бора может привести к снижению количества урожая и его качества. Это может произойти, ведь дефицит появляется на стадии «скрытого голода», когда симптомы на поле могут быть еще не видны.

В научной работе, где были проведены сравнения концентрации бора в молодых листьях различных сельскохозяйственных культур, было выявлено, что подсолнечник является одним из растений, которым необходимы самые высокие концентрации бора; например, по сравнению с пшеницей, потребности подсолнечника в боре были выше в 10 раз, а также явно выше, чем у масличного рапса, известного своей высокой потребностью в боре.

Существуют некоторые показания того, что медь может являться критическим нутриентом для подсолнечника, хотя нехватка не часто видна на основных полях. В дополнение к сказанному, в литературе есть некоторые факты того, что подсолнечник может страдать от недостаточного количества молибдена, особенно в некоторых странах Восточной Европы, таких как страны Балканского региона и Россия. Например, в Румынии при дополнительном внесении молибдена было достигнуто 4-7 % повышение урожая.

#### 1.6. Практические рекомендации крупных стран-производителей по внесению удобрений.

Подсолнечник выращивается в большом разнообразии условий и на различных видах почв и, соответственно этому, различаются и методы его возделывания. В Таблице 5 приведены данные наилучших практических опытов выращивания подсолнечника во Франции, Венгрии и Аргентине.

Видно, что в Аргентине наиболее критическими питательными веществами в системе удобрения являются азот, фосфор и бор, тогда, как в Европе в дополнение к этому значительное место занимают также калий и сера.

**Table 5.** Практическая система внесения удобрений для подсолнечника в трех крупных странах- производителях культуры: Франции, Венгрии и Аргентине.

| Франция  | Венгрия   | Аргентина  |
|--|---|--|
| - весь N весной в один или два этапа, норма P зависит от внесения P в период севооборота, норма K зависит от уровня K в почве  | - весь N, P и K вносится весной   | - N, P и B являются нутриентами, вносимыми в обычном порядке   |
| - норма N 60 – 80 кг при посеве, при необходимости дополнительная обработка, 30 – 50 кг/га самое позднее на листовой фазе 14<br><br>- общие нормы P и K: 40 – 70 кг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / га и 40 – 70 кг K <sub>2</sub> O /га | - норма N: 40 – 80 кг/га, при посеве 20 – 25 кг как NPK (напр. 8-20-30 тип 300 кг/га),<br>Оставшееся кол-во N во время листовой фазы 10-12<br><br>-обеспечение P и K происходит через NPK, напр., 40 – 60 кг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / га и 70 – 90 кг K <sub>2</sub> O /га | норма N: 40 – 80 кг/га на лиственной фазе 6 – 10<br><br>- 25- 40 кг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub><br>- K вносится только в почву с очень низким содержанием калия, 100 кг K <sub>2</sub> O /га |
| - внекорневая подкормка B, 450 г/га  | - 1-я внекорневая подкормка основными микронутриентами на листовой фазе 4-8   | - при необходимости внекорневая подкормка B , 200 – 600 г/га   |
|  | - 2-я внекорневая подкормка B сразу перед цветением   |  |
| - Сера : без особенностей  | - Сера: вносится в NPK и внекорневой подкормкой   | - Сера: необходимо отслеживание  |

В России – повсеместно - внесение удобрений при выращивании подсолнечника включает осеннюю подкормку 200-300 кг/га NPK 16-16-16 или 300-400 кг NPK 10-26-26. Весной вносится нитрат аммония в количестве 100 кг/га. Фермеры также используют внекорневые удобрения, такие, как водорастворимые NPK 18-18-18 в количестве 2-3- кг/га позже в сезон. При такой системе внесения удобрений ожидаемый урожай составляет 2 т/га. С другой стороны, в целом по России только часть полей подсолнечника - 55% в 2008 – получает удобрения. Однако, эта цифра увеличивается.

## **2. Сахарная свекла**

### **2.1. Общие сведения**

Сахарная свекла является широко распространенной в мире сельскохозяйственной культурой., выращиваемой в основном в зонах умеренного климата. В настоящее время 75% мирового урожая свеклы выращивается в Европе. Сахарная свекла используется для производства сахара, однако с связи с увеличивающейся потребностью в биотопливе также появляется заинтересованность в ее переработке в био-этанол. Ведущими производителями сахарной свеклы являются Франция, США, Россия и Германия. Также в 10-ку основных производителей входят Польша, Турция и Украина. Пересмотр Европейским Союзом правил в отношении сахара привел к значительному снижению производства сахара в большинстве европейских стран. В течении последних 18 лет в России также сократилось количество площадей, занятых под сахарную свеклу, примерно на 3 % ежегодно. Однако, в этом году правительство России одобрило программу стоимостью 1.15 млрд. евро по увеличению местного производства сахара, с тем, чтобы доля сахара, произведенного из сахарной свеклы, выросла в течение последующих трех лет с 60 до 67%. Программа предусматривает модернизирование сахароперерабатывающих производств, поддержку работ по исследованию и развитию, а также компенсацию фермерам расходов на приобретение удобрений.

При выращивании свеклы основной задачей является получение высокого количества вырабатываемого сахара высокого качества. Оба параметра являются одинаково важными. Под высоким качеством подразумевается высокое содержание в свекле сахара и низкое содержание амино- N, K и Na для достижения максимальной экстрагируемости на производстве. Агронмия высокого уровня способствует не только достижению обоих параметров, но и их улучшению. Например, исследовательские работы, проведенные недавно в Великобритании показали, что существует необходимость усовершенствования рекомендаций по удобрению калием. Оказывается, сахарная свекла более продуктивно, чем ожидалось, использует внутрпочвенные запасы калия , и с помощью дополнительно отрегулированной программы по удобрению K можно повысить качество сахарной свеклы.

Сахарную свеклу можно выращивать на различных видах почвы, таких как глина, ил, песок и даже органические почвы. При выборе полей для сахарной свеклы необходимо принять во внимание два ограничения. Ее нельзя выращивать на почвах с риском задержек в высевании, напр. из-за повышенной влажности грунта, таких как тяжелая глина. Другой существенной характеристикой для сахарной свеклы является величина рН почвы, которая должна быть нейтральной. Во многих странах сахарная свекла считается культурой специального назначения и соответственно наилучшим образом выращиваемой на почвах с совооборотом в 3-4- года.

В целом повсеместно потребности свеклы в питательных веществах высоки, она также оставляет значительные количества N и K в почве для последующих сельскохозяйственных культур. Например, в некоторых областях южной России после свеклы высаживают пшеницу, и в этом случае единственным добавляемым удобрением является минимальное количество азота (личный опыт).

Например, в Финляндии рекомендуется сократить удобрение злаков азотом на 20 кг/га, если предыдущей сельскохозяйственной культурой была сахарная свекла.

## 2.2. Информация о потребностях сахарной свеклы в питательных веществах

Данные о потребностях сахарной свеклы в питательных веществах, приведенные в различных источниках информации, не особо отличаются друг от друга, хотя и получены в результате изучения разнообразных условий. Таким образом, в Таблице 6 приведены как средние, так и задокументированные значения.

**Table 6.** Вымывание питательных веществ, кг/10 т сахарной свеклы, включая листву

| Источник              | N       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO     | S | Mn (g)    | B (g)   |
|-----------------------|---------|-------------------------------|------------------|---------|---|-----------|---------|
| Buchner & Sturm, 1985 | 40 - 50 | 15 - 20                       | 60 - 100         | 10 - 20 | 4 |           |         |
| Finck, 1979           | 35 - 60 | 14 - 17                       | 50 - 70          | 14 - 19 |   |           |         |
| Faustzahlen, 1983     | 40 - 50 | 15 - 20                       | 60 - 100         | 10 - 20 | 8 | 110 - 250 | 60 - 75 |
| Faustzahlen, 2005)*   | 46      | 18                            | 75               | 15      |   |           |         |
| Hills et. al. 1982    | 40 - 50 | 17                            | 67               |         |   |           |         |
| Beiss & Winner, 1975  | ~ 40    | ~14                           | ~63              | ~14     |   |           |         |
| Среднее число         | 40 - 50 | 15 - 20                       | 45 - 70          | 12 - 15 | 5 |           |         |

\* добавлено из нового издания Faustzahlen

Источник: IFA World Fertiliser Use Manual.

Из приведенных значений около половины относится к свекле и половина – к листве. Дополнительно было установлено, что эти количества должны быть увеличены при низком уровне урожайности и уменьшены при высоком.

## 2.3. Потребность в макронутриентах

### 2.3.1. Азот

Азот является обязательным питательным веществом как для сахарной свеклы, так и для любой сельскохозяйственной культуры. Свекла может очень продуктивно использовать запасы азота в почве, но непременно нуждается в азоте как удобрении весной в начале роста. В Европе за последние десятилетия рекомендации по применению азота претерпели коренные изменения. Например, в Великобритании в 1970 г. рекомендовалось использовать 6 кг азота на одну тонну сахарной свеклы. К 2000 г. Эта цифра снизилась до 1.7, однако полученный урожай корнеплодов и сахара был явно выше, чем в 1970 г. К этой значительной разнице привело сосредоточение внимания на проблемах окружающей среды и улучшенная продуктивность удобрений и почвенного N. Был также выявлен явный отрицательный эффект чрезмерного количества азота на качество урожая.

Сегодня предложенное несколькими европейскими странами оптимальное общее поглощение азота сахарной свеклой составляет 200 кг/га, и по эмпирическому правилу половина этого количества должна поступить в виде удобрения. Внесение азота должно проводиться и проводится весной из-за высокого риска потерь в зимние месяцы. При использовании метода размещения можно повысить продуктивность. Например, в Швеции при использовании метода размещения рекомендуется использовать на 20 кг азота меньше, чем при использовании метода разбрасывания.

### 2.3.2. Фосфор

Фосфор является важным питательным веществом для сахарной свеклы, поскольку он способствует росту корнеплода ранней весной, когда процессы в почве еще не набрали силу после зимы. Общее поглощение Р сахарной свеклой (корнеплоды+листва) составляет 80 - 100 кг  $P_2O_5$  (35 - 44 Р) / га. В настоящее время содержание Р в почве по всей Западной Европе довольно высоко, поэтому за последние десятилетия рекомендованные количества по удобрению фосфором значительно снизились. Однако удобрение фосфором до сих пор рекомендуется и производится, особенно на почвах с низким или умеренным содержанием фосфора .

Во многих странах Р применяется при выращивании сахарной свеклы только один раз за 3-4 года севооборота. Очень часто Р, также как и К, вносится осенью перед вспахиванием , чтобы обеспечить хорошее смешение с почвой. Однако, например, в Скандинавских странах Р вносится всегда как NPK удобрение при посеве, и более того, методом размещения в почву близко к семени. Этот метод улучшает укоренение растения и продуктивность удобрения.

### 2.3.3. Калий и натрий

Из всех питательных веществ потребности сахарной свеклы в калии наиболее высоки. Экспериментальные работы во Франции и Британии показали, что в идеальных условиях общее поглощение  $K_2O$  /га составляет 400-450 кг (330-375 в виде К). Как сельскохозяйственная культура с глубокой корневой системой , сахарная свекла эффективно использует запасы К в почве, однако ее основная потребность в К удовлетворяется за счет удобрения К. Это очевидно из практических рекомендаций по удобрениям по всей Европе. В большинстве стран количество К вносимого при выращивании сахарной свеклы варьируется от 100 до 380 кг  $K_2O$  /га.

Официально натрий (Na) не считается значимым питательным веществом для растений, хотя на некоторые виды , среди которых и сахарная свекла, он влияет благотворно. Известно, что в физиологии растений он замещает в некоторой степени К , однако поглощение растением Na зависит от усваивающего потенциала самого вида. Сахарная свекла относится к сельскохозяйственным культурам с высоким потенциалом поглощения Na. Было ясно задокументировано, что на почвах с низким содержанием Na подкормка Na имела положительное влияние на урожай сахарной свеклы и ее качество, например, в некоторых экспериментальных случаях удалось достигнуть увеличения урожая на 10 %. Также на производстве было обнаружено повышение экстрагируемости сахара в случае, если часть К была заменена Na.

Было показано, что Na увеличивает урожай сахарной свеклы с помощью минимум двух механизмов. Первое, он увеличивает площадь листа в начале сезона , и таким образом способствует большему использованию излучения , когда листья еще маленькие. И второе, он увеличивает устойчивость растения к недостатку воды.

Экспериментальные работы, проведенные в Финляндии, позволили предположить, что Na увеличивает урожай сахара за счет увеличения индекса площади листа в начале сезона. Основываясь на серии экспериментов на 23 различных участках, при общем использовании K+ Na при выращивании сахарной свеклы рекомендуется следующие количества: 75-80% K и 20-25 % Na. В литературе можно найти даже более высокие количества Na – до 50 %, однако в практических условиях сложно быть очень точным, поскольку содержание K и Na в почве широко варьируется.

## 2.4. Микронутриенты

Сахарная свекла относится к культурам легко восприимчивым к удабриванию бором (B), поскольку по сравнению со многими другими сельскохозяйственными культурами она обладает высокой потребностью в боре. Нехватка бора – сердцевинная гниль - не так уж редка в условиях продолжительного выращивания свеклы без использования микронутриентов.

Бор можно вносить различными способами. Один способ – внесение в почву отдельных соединений B, другой – внесение борированных NPK при посеве. Часто рекомендуются внекорневая подкормка, когда потребность сахарной свеклы в боре наиболее высока, т.е. на лиственной фазе 4-10.

Марганец (Mn) является еще одним необходимым для применения микронутриентом . Для типичных для сахарной свеклы почв с нейтральным или высоким уронем pH характерна сниженная доступность Mn. В Скандинавских странах в начале сезона довольно часто можно увидеть симптомы нехватки Mn. Для обеспечения достаточного количества Mn используются NPK , содержащие Mn, однако видимая нехватка может все-таки возникнуть через 1-1.5 месяца после посева. Таким образом, поля сахарной свеклы подвергаются также внекорневой подкормке сульфатом марганца , комплексом (хелатом) или другими соединениями марганца.

## 2.5. Примеры практических рекомендаций разных стран

Примеры базовых рекомендаций по применению удобрений при выращивании сахарной свеклы приведены в Таблице 5.

Нижеследующие количества используются , когда содержание Pи K в почве находится на среднем уровне..

|                          | Швеция, кг/га<br>Планируемый урожай 50 т/га  | Великобритания, кг/га<br>Планируемый урожай 60 т/га   |
|--------------------------|--|---|
| При посеве/<br>до посева | - N: 100 – 120<br>разбрасывание<br>80 – 100 размещение<br>- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 55 – 70<br>- K <sub>2</sub> O : 42 - 54<br>Напр., как YaraMila ProBeta<br>15-8-10 + Na, S, B и Mn,<br>550 – 800 кг/га при посеве | - N: 60 – 100<br>- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 50 – 75<br>- K <sub>2</sub> O : 75 – 125<br>- Na <sub>2</sub> O: до 200, в зависимости от<br>анализа почвы<br>- P, K и Na осенью для тяжелых<br>почв,<br>весной до вспахивания для легких<br>почв<br>- N: все весной: 30 -40 кг/га при<br>посеве,<br>остальное на лиственной фазе 2<br>после полного появления на<br>поверхности |

|                       | Швеция, кг/га<br>Планируемый урожай 50 т/га                             | Великобритания, кг/га<br>Планируемый урожай 60 т/га                                   |
|-----------------------|---|---|
| Внекорневая подкормка | - В, 0.45 кг/га**<br>при необходимости на<br>лиственной фазе 4-6-       | - В как внекорневая подкормка , при<br>необходимости, на основе<br>почвенного анализа |
| Внекорневая подкормка | - Mn, 0.25 – 1 кг/га ***<br>При необходимости на<br>лиственной фазе 4-6 |   |

В общей практике использования удобрений в Украине основная часть Р и К вносится осенью, остальная часть и весь азот – весной. Средние количества N, Р и К, кг/га, составляют: 120-180 N, 100 – 140 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 150 -200 K<sub>2</sub>O, однако вариативность этих количеств довольно широка. В настоящее время растет использование внекорневого метода внесения ,и , в этом случае, В обычно вносится как единичный нутриент, или как часть комплексных удобрений, таких как водорастворимые NPK.

На основании опыта автора одну из практик использования удобрений в России можно описать следующим образом: NPK 10-25-25 или 16-16-16, от 800 – 1000 кг/га как весенняя подкормка. Эти стандартные продукты не содержат микронутриентов, и обычно микронутриенты не используются также для внекорневой подкормки. Для почв с низким уровнем Р, он может быть внесен также и осенью до пахоты . Данный метод показал себя более результативным , чем весенняя подкормка, особенно в регионах с низким уровнем осадков весной после посевной. То же самое относится и к удобрению К.

## 2.6. Практический опыт в России.

В России сахарная свекла выращивается в больших количествах в южных районах европейской части страны, где наиболее распространенным видом почвы является чернозем. Чернозем известен своей плодородностью, однако не исключена возможность возникновения дисбаланса питательных веществ. Высокие урожаи , получаемые год за годом, вымывают большие количества всех питательных веществ. Запасы как вторичных , так и микро- нутриентов в почве могут закончиться , если не включать их в программы удобрения.

Некоторые совместные проекты экс-Кемиры Гроу-Хау и некоторых российских ферм Липецкой области и Татарстана в 2000 гг. показали, что можно несколько повысить урожай сахарной свеклы , если применить специальные NPK удобрения и вносить микронутриенты в соответствии с потребностями культуры. При проведении программ удобрения там также брались анализы почвы, но на больших фермах их использование от поля к полю представляет на практике непростую задачу. Таким образом, при составлении планов по удобрению в подобных условиях более конструктивным подходом может стать использование анализов почвы как самой первой отправной точки, а также уделение внимания потребностям культуры в питательных веществах. На практике это может означать , например, использование специальных удобрений NPK с В (и Mn) при пахоте и , в дополнение к этому , внекорневой подкормки.

### 3. ВЫРАЖЕНИЕ ПРИЗНАТЕЛЬНОСТИ

Автор хотел бы выразить свою благодарность и признательность за помощь следующим коллегам и другим людям, внесшим высоко ценимый вклад в эту работу.

- Эрик Сцинеге
- Клаус Бланкен
- Дэниэл Жерминара
- Марк Ламберт
- Вадим Левковски
- Кевин Моран
- Юрий Ткачук

Особая благодарность Паулине Рауман-Аалто за рецензирование работы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Bell, R.W. and Dell, B. *Micronutrients for Sustainable Food, Feed, Fibre and Bioenergy Production* (2008). IFA. Paris. First edition. 175 p. ISBN 978-2-9523139-3-3

Bergmann, W. (ed). (1992). *Nutritional Disorders of Plants*. Gustav Fischer Verlag. Jena. 741 p. ISBN 3-334-60422-5.

Blamey, F.P.C., Edwards, D.G. and Asher. C.J. *Nutritional Disorders of Sunflower*. 1987. Dep. of Agr., Univ. of Queensland, Australia. 72 p. ISBN 0 86776 236 5

CETIOM, The technical Centre for Oilseed Crops. at [www.cetiom.fr](http://www.cetiom.fr).

Defra (2000). RB209. *Fertiliser Recommendations*. MAFF. The Stationary Office, London. Seventh edition 2000. 177 p. ISBN 0-11-243058-9.

Diaz-Zorita, M., Duarte, G.A., Plante, E. and Fernández-Canigia, M.V. (2002). *Apuntes para el manejo nutricional de cultivos de girasol de alto rendimiento*. ASAGIR. Buenos Aires. 2da edición. 23p.

Draycott, A. Philip and Christenson, Donald R. (2003). *Nutrients for Sugar Beet Production: Soil-Plant Relationships*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. 242 p. ISBN 0-85199-623-X.

Durrant, M.J. and Draycott, A.P. (1978). Effect of sodium fertiliser on water status and yield of sugar beet. *Ann.appl.Biol.*, **88**, 321-328.

Erjala, M. (1998). The role of Sodium in Sugar Beet Fertilization. Finnish Experiences. Article, unpublished. 7 p.

Faustzahlen für die Landwirtschaft (2005). 13.Auflage. KTBL. 1095 p. ISBN 3-7843-2194-1

IFA (1992). *World Fertiliser Use Manual*. IFA, Paris. ISBN 2-9506299-0-3.

Marschner, H. (2002). *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London. 2<sup>nd</sup> Edition. 889 p. ISBN 0-12-473543-6

Marschner, H., Kuiper, P.J. and Kylin, A. (1981). Genotypic Differences in the Response of Sugar Beet Plants to Replacement of Potassium by Sodium. *Physiol. Plant.* **51**: 239-244.

Mengel, K. and Kirkby, E.A. (2001). *Principles of plant nutrition*. 5<sup>th</sup> Edition. 849 p. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, the Netherlands. ISBN 1-4020-0008-1.

Milford, G.F.J., Armstrong, M.J., Jarvis, P.J., Houghton, B.J., Bellett-Travers, D.M., Jones, J. and Leigh, R.A. (2000). Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, **135**, 1-10.

- Märländer, B., Hoffman, C., Koch, H.-J., Ladewig, E., Merkes, R., Petersen, J. and Stockfisch, N. (2003). Environmental Situation and Yield Performance of the Sugar beet Crop in Germany: Heading for Sustainable Development. *J. Agronomy & Crop Science* **189**, 201-226.
- Nosov, V. and Ivanova, S. Progress in Wheat, Sunflower and Sugar Beet Cultivation in Russia. In *Better Crops* /Vol.93 (2009, no.3) p. 4-6.
- Putnam, D.H., Oplinger, E.S., Hicks, D.R., Durgan, B.R., Noetzel, D.M., Meronuck, R.A., Doll, J.D. and Schulte, E.E. Sunflower. *Alternative Field Crops Manual*, at [www.hort.purdue.edu](http://www.hort.purdue.edu)
- Raininko, K. and Erjala, M. (1991). The Effect of Method of Fertilizer Application on Sugar Beet Yield, Yield Quality and Fertilization Requirement in Finland. *J. of Agr. Sci. in Finland*. Vol **63**: 99-114.
- Ristimäki, L. (2007). Potassium and Magnesium Fertiliser Recommendations in Some European Countries. *IFS Proceedings 620*. 32 p. ISBN 978-0-85310-257-1
- Zheljazkov, V. D., Vick, B. A., Baldwin, B. S., Buehring, N., Astatkie, T. and Johnson, B. (2009). Oil Content and Saturated Fatty Acids in Sunflower as a Function of Planting Date, Nitrogen Rate and Hybrid. *Agronomy Journal*. Vol. **101**, Issue 4.
- Zubillaga, M. M., Aristi, J. P. and Lavado, R.S. (2002). Effect of Phosphorus and Nitrogen Fertilisation on Sunflower ( *Helianthus annuus* L.) Nitrogen Uptake and Yield. *J. Agronomy & Crop Science* **188**, 267 – 274.