

## АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ДИАТОМИТА

**И.А. Тойгильдина**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия  
имени П.А. Столыпина», г. Ульяновск,  
т. 8(8422) 55-95-68, e-mail:irina1082@list.ru

**Ключевые слова:** урожайность, диатомит, мочевины, минеральные удобрения, агрохимические показатели.

*Статья посвящена изучению динамики комплекса агрохимических показателей плодородия почвы и оценке урожайности сахарной свеклы в зависимости от применения минеральных удобрений и диатомита при ее возделывании.*

**Актуальность.** Одним из определяющих факторов формирования урожая является обеспеченность растений питательными веществами в оптимальном соотношении. К.А. Тимирязев (1941) считал, что все искусство земледелия сосредоточено в одной точке – в питании растений: «...недоедание людей начинается с голодания растений»[1].

В современных условиях изучение влияния систем удобрений на показатели почвенного плодородия имеет важное теоретическое и практическое значение [2, 3, 4].

**Цель исследований:** изучение динамики элементов минерального питания растений в почве и оценка урожайности сахарной свеклы при использовании высококремнистых пород (диатомита) и его смесей с минеральными удобрениями в условиях Среднего Поволжья.

**Материалы и методы исследований.** Опыты по использованию диатомита в качестве основного удобрения и его смесей с мочевиной проводились по схеме, представленной в таблице 1. Общая площадь делянок – 48 м<sup>2</sup>(4х12), учетная – 20 м<sup>2</sup> (2х10), размещение их в пространстве рендомизированное в два яруса, повторность четырехкратная. Почва опытного поля чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое 4,4 %, обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием (по Чирикову) соответственно 167 и 148 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора  $pH_{\text{сол}}$  5,84.

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 представлены результаты экспериментальных исследований по изучению влияния диатомита как в чистом виде, так и совместно с минеральными удобрениями на урожайность сахарной свеклы, которая изменялась по годам исследований и вариантам удобрений.

Как видно из данных таблицы, диатомит оказал положительное влияние на урожайность корнеплодов сахарной свеклы при внесении как в чистом виде, так и совместно с минеральными удобрениями.

В 2003 году при внесении диатомита в чистом виде в дозе 3 т/га урожайность составила 32,7 т/га, превысив контроль на 35,1 %. На вариантах с дозой диатомита 5 т/га в чистом виде прибавка урожайности (по сравнению с контролем) находилась на уровне 10,1 т/га, или она повысилась на 41,7 %.

В 2004 году уровень урожайности сахарной свеклы на контрольном варианте составил 21,5 т/га. Внесение в почву диатомита 3 т/га в чистом виде и совместно с мочевиной повышало урожайность до 28,0-31,2 т/га, что выше контроля на 30,2-45,1 %.

С увеличением дозы внесения диатомита до 5 т/га урожайность сахарной свеклы повысилась до 29,2 т/га, или на 35,8 % по отношению к контрольному варианту.

Меньшая урожайность в 2004 году по сравнению с другими годами, по-видимому, объясняется избыточной влагообеспеченностью в период вегетации (328 мм), что привело к переуплотнению пахотного горизонта и образованию корки, в результате усиливался расход влаги на испарение, затруднялся доступ воздуха к корням растений. Перед уборкой на контроле и на варианте N60P60K60 плотность почвы достигала 1,33-1,34 г/см<sup>3</sup>. В уплотненной почве корнеплоды свеклы развиваются плохо и рост их бывает слабый (корнеплоды получаются мелкие).

2005 год характеризовался наиболее высоким уровнем урожайности, что связано с благоприятными условиями влагообеспеченности и температурным режимом (ГТК за период вегетации – 1,29). На контрольном варианте урожайность составила 42,3 т/га. Применение диатомита в чистом виде в дозах 3

**Таблица 1 – Влияние диатомита и минеральных удобрений на урожайность корнеплодов сахарной свеклы, т/га (2003-2005 гг.)**

| Варианты                | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | Средняя |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 1. Контроль             | 24,2    | 21,5    | 42,3    | 29,3    |
| 2. N60P60K60            | 33,0    | 28,2    | 49,2    | 36,8    |
| 3. Диатомит 3т/га       | 32,7    | 28,0    | 46,6    | 35,8    |
| 5. Диатомит 3т/га + N60 | 37,9    | 31,2    | 56,2    | 41,8    |
| 10. Диатомит 5т/га      | 34,4    | 29,2    | 51,4    | 38,3    |
| НСР <sub>05</sub>       | 3,4     | 2,5     | 2,9     | -       |

и 5 т/га увеличило урожайность до 46,6 и 51,4 т/га соответственно. Внесение диатомита 3 т/га совместно с мочевиной способствовало прибавке урожайности на 13,9 т/га.

В среднем за годы исследований прибавка урожайности корнеплодов при использовании диатомита в качестве удобрения в дозе 3 т/га такая же, что и при внесении полного минерального удобрения в дозах N60P60K60 и составляет 6,5 т/га, или урожайность увеличилась на 22 %. Добавление к диатомиту азота в дозе N60 обеспечивало прибавку урожайности на 12,5 т/га или на 42,6 % по сравнению с контролем.

По-видимому, внесение диатомита в дозе 3 т/га и азота в дозе N60 создает наиболее оптимальные для данной культуры условия питания на чернозёме выщелоченном по макро- (в том числе и кремнию) и микроэлементам [5, 6, 7].

По литературным сведениям растворимый кремнезём активно участвует в почвенных процессах: внесение кремниевых удобрений улучшает фосфорное питание растений. Активные формы кремния могут вытеснять из труднорастворимых почвенных фосфатов фосфат-анионы. Применение кремниевых удобрений позволяет снизить дозы фосфорных удобрений вдвое, а иногда и вообще отказаться от них [6, 7, 8, 9].

Кремниевые удобрения обладают, как правило, высокой адсорбционной способностью. Поэтому их применение повышает адсорбционную способность почв не только к фосфору, но и к калию, нитратному и аммонийному азоту [10, 11, 12].

Анализы данных наших опытов показали, что внесение диатомита в чистом виде и совместно с минеральным азотом в почву приводило к улучшению питания растений сахарной свеклы основными элементами (таблица 2).

Перед посевом на вариантах с внесением полной дозы минеральных удобрений – N60P60K60 в пахотном слое содержание нитратного и аммиачного азота повышалось на 26 мг/кг (11,5 %), фосфора на 10 (6,5 %) и калия на 15 (11 %) мг на кг почвы по сравнению с контролем. На вариантах: диатомит 3 т/га, диатомит 3 т/га + N60 и диатомит 5 т/га улучшалось фосфорное питание соответственно на 13 мг/кг (8,4 %), 20 мг/кг (12,9 %) и 19 мг/кг (12,3 %) по отношению к контрольному варианту. Отмечалось достовер-

ное повышение содержания азота на 7 – 13 мг/кг (на 5-9,3 %) и калия на 16-21 мг/кг (10,7-14,1 %).

Увеличение содержания подвижного фосфора в почве подтверждает многочисленные сведения о трансформации труднорастворимых соединений фосфатов под влиянием подвижной кремниескислоты в более доступные. Положительное влияние диатомита на количество подвижного калия вполне объяснимо относительно высоким содержанием в нем элемента. Так, с дозами диатомита 3 и 5 т/га в почву вносится 31-51 кг/га K<sub>2</sub>O соответственно.

Улучшение азотного питания растений при внесении диатомита в почву, по-видимому объясняется тем, что при использовании кремнийсодержащих соединений повышается микробиологическая активность почвы, благодаря чему усиливается процесс нитрификации, увеличивается количество аммонификаторов [9, 10, 11, 12].

При применении диатомита как в чистом виде, так и совместно с минеральным азотом содержание водорастворимого кремния в почве перед посевом сахарной свеклы увеличилось на 1,3-5,8 мг/кг почвы (на 4-17 %), чем на контрольном варианте. Преимущество на данных вариантах по содержанию указанного элемента в почве отмечалось и перед уборкой культуры (на 3,5-7 мг/кг почвы или на 10-20 %). Учитывая, что по шкале В.В.Матыченкова в данной почве наблюдается низкий уровень водорастворимого кремния, внесение диатомита в почву способствует оптимизации кремниевого питания растений.

Следует отметить, что содержание водорастворимого кремния в значительной степени определяло количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, которое характеризовалось следующим уравнением регрессии:

$$Y = 49,455 + 3,3299X \quad (R=0,612),$$

где Y – содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/кг почвы; X – содержание водорастворимого кремния мг/кг почвы.

Применение диатомита в качестве удобрения практически не оказывало влияния на реакцию почвенного раствора, сумму поглощенных оснований и на содержание гумуса, последнее косвенно подтверждает, что при этом не происходит снижения плодородия почвы.

**Таблица 2 – Агрохимические показатели почвы в посевах сахарной свеклы в зависимости от внесения диатомита и его смеси с азотом (2003-2005 гг.)**

| Вариант                  |         | Гумус,<br>% | pH <sub>KCl</sub> | мг/кг                        |                                         |                               |                  | Сумма поглощен-<br>ных оснований, мг-<br>экв./100 г |
|--------------------------|---------|-------------|-------------------|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------------------------------------|
|                          |         |             |                   | Si водо-<br>раство-<br>римый | NO <sub>3</sub><br>+<br>NH <sub>4</sub> | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                                                     |
| Перед посевом            |         |             |                   |                              |                                         |                               |                  |                                                     |
| 1. Контроль              |         | 4,39        | 5,89              | 33,5                         | 139                                     | 155                           | 149              | 43,0                                                |
| 2. N60P60K60             |         | 4,38        | 5,92              | 34,0                         | 155                                     | 165                           | 164              | 43,3                                                |
| 3.Диатомит 3 т/га        |         | 4,40        | 5,85              | 35,3                         | 146                                     | 168                           | 168              | 43,9                                                |
| 4. Диатомит 3 т/га + N60 |         | 4,42        | 5,89              | 34,8                         | 152                                     | 175                           | 165              | 43,6                                                |
| 5. Диатомит 5 т/га       |         | 4,41        | 5,90              | 39,3                         | 147                                     | 174                           | 170              | 43,9                                                |
| НСП <sub>05</sub>        | 2003 г. | 0,04        | 0,1               | 1,1                          | 5                                       | 7                             | 6                | 1,7                                                 |
|                          | 2004 г. | 0,07        | 0,07              | 1,6                          | 4                                       | 6                             | 4                | 1,3                                                 |
|                          | 2005 г. | 0,06        | 0,07              | 1,3                          | 4                                       | 5                             | 4                | 0,7                                                 |
| В период уборки          |         |             |                   |                              |                                         |                               |                  |                                                     |
| 1. Контроль              |         | 4,35        | 5,88              | 33,4                         | 143                                     | 161                           | 152              | 43,9                                                |
| 2. N60P60K60             |         | 4,37        | 5,86              | 31,4                         | 160                                     | 170                           | 166              | 43,5                                                |
| 3.Диатомит 3 т/га        |         | 4,34        | 5,90              | 36,6                         | 158                                     | 186                           | 174              | 44,7                                                |
| 4. Диатомит 3 т/га + N60 |         | 4,32        | 5,95              | 36,9                         | 163                                     | 180                           | 169              | 43,9                                                |
| 5. Диатомит 5 т/га       |         | 4,35        | 5,92              | 40,4                         | 159                                     | 184                           | 172              | 44,4                                                |
| НСП <sub>05</sub>        | 2003 г. | 0,05        | 0,09              | 1,2                          | 6                                       | 4                             | 5                | 1,1                                                 |
|                          | 2004 г. | 0,06        | 0,05              | 1,3                          | 6                                       | 5                             | 6                | 1,4                                                 |
|                          | 2005 г. | 0,09        | 0,07              | 2,8                          | 4                                       | 6                             | 4                | 1,1                                                 |

Как показывают данные таблицы 2, перед уборкой сахарной свеклы на вариантах с внесением диатомита сохранялось более высокое содержание в почве питательных элементов, почва отличалась лучшими физико-химическими показателями, что позволяет предполагать пролонгированное действие диатомита на последующие культуры в севооборотах.

Изучение влияния диатомита в дозах 3 и 5 т/га и совместно с минеральным азотом (диатомит 3т/га + N60) на урожайность и агрохимические показатели пахотного слоя позволяет сделать следующие выводы:

- внесение в почву диатомита в чистом виде в дозах 3 и 5 т/га повышало урожайность сахарной свеклы в среднем за 2003-2005 гг. на 22,2 % и 30,7 % соответственно в сравнении с контролем и не уступало в этом отношении варианту с применением полного минерального удобрения (N60P60K60);

- для получения максимального эффекта достаточно применение в технологии возделывания сахарной свеклы диатомита в дозе 3 т/га совместно с мочевиной в дозе 60 кг д.в./га. При этом прибавка урожайности в среднем составила 12,5 (42,6 %) т/га;

- при внесении 3 и 5 т/га диатомита в почву содержание в ней водорастворимого кремния перед посевом сахарной свеклы увеличивалось на 5 % и 17 % соответственно, а к моменту уборки корнеплодов на 9 % и 20 %;

- внесение диатомита в чистом виде в дозах 3 и 5 т/га и совместно с мочевиной повышало содержание минеральных форм азота (N<sub>3</sub>O + NH<sub>4</sub>) в пахотном слое на 5-9,3 %, подвижных форм фосфора – на 8,4-12,3 %, обменного калия – на 10,7-14,7 %. По влиянию на питательный режим почвы диатомит не уступал варианту с применением полного минерального удобрения (N60P60K60).

- преимущество вариантов с внесением диатомита в чистом виде и его смеси с мочевиной сохранялось до конца вегетации;

- при использовании диатомита в качестве удобрения заметных изменений в содержании гумуса, реакции почвенного раствора и сумме поглощенных оснований не происходило.

### **Библиографический список:**

1. Тимирязев, К.А. Земледелие и физиология растений. – М.: Сельхозгиз, 1941. – 215 с.
2. Тойгильдин, А.Л. Биоклиматический потенциал и уровень его использования посевами яровой пшеницы в севооборотах лесостепи Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсевалов, И.К. Милодорин // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». - Ульяновск: ГСХА им. П.А.Столыпина. 2013. - С. 84-90.
3. Морозов, В.И. Полевой опыт как метод познания и практического освоения инновационных технологий / В.И.

- Морозов, А.Л. Тойгильдин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии- 2012. - № январь - март 2012 №1 (17) - С. 40-44.
4. Шарафутдинова, К.Ч. Оптимизация системы удобрения ячменя на основе биологизации технологии его возделывания/ К.Ч. Шарафутдинова, И.А. Тойгильдина, Е.А. Яшин // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. Главный редактор В.А. Исайчев.- Ульяновск - 2014.- С. 120-122.
  5. Куликова, А.Х. Влияние диатомита на урожайность и качество овощной продукции/ А.Х. Куликова, Е.А. Никифоров, В.П. Елагин, Е.А. Яшин// Агрохимия, 2004. №2. С. 52 – 58.
  6. Матыченков, В.В. Реакция растений на кремниевые удобрения при засолении почвы/ В.В. Матыченков, А.А. Кособрюхов, Н.И. Шабнова, Е.А. Бочарникова// Агрохимия, 2005. №10. С. 59 – 63.
  7. Матыченков, В.В. Градация почв по дефициту доступного растениям кремния// Агрохимия, 2007. №7. С. 22 – 27.
  8. Самсонова, Н.Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв// Агрохимия, 2005. №8 С. 11 – 18.
  9. Куликова, А.Х. Эффективность предпосевной обработки ячменя биопрепаратами и диатомовым порошком в условиях Ульяновской области /А.Х. Куликова, С.А. Никифорова // Вестник Ульяновской ГСХА, 2011, №4 (16). С. 26-32.
  10. Куликова, А.Х. Эффективность применения диатомита, кремниевых комплексов на его основе и минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы в условиях Среднего Поволжья / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, А.В. Кудряшов // Вестник Ульяновской ГСХА, 2013, №1 (21). С. 24-29.
  11. Куликова, А.Х. Эффективность кремнийсодержащих препаратов в защите посевов ячменя и получении экологически безопасной продукции / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, В.С. Смывалов // Вестник Ульяновской ГСХА, 2013, №4 (24). С. 31-35.
  12. Яшин, Е.А. Влияние предпосевной обработки семян ячменя диатомитом на урожайность и качество зерна / Е.А. Яшин, И.А. Тойгильдина, Н.А. Ухалкина, А.Е. Яшин // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, академика РАЕН, Заслуженного работника высшей школы РФ Костина Владимира Ильича. Главный редактор В.А. Исайчев.- Ульяновск - 2014.- С. 128-129.

## **AGROCHEMICAL PARAMETERS OF SOIL FERTILITI AND YIELD OF SUGAR BEET DEPENDING ON THE USE OF FERTILIZERS AND DIATOMIT**

I.A.Toygildina

**Keywords:** *productivity, diatomaceous earth, urea, fertilizers, agrochemical parameters.*

*The article is devoted to the study of the dynamics of complex agro-chemical indicators of soil fertility and crop yield assessment of sugar beet depending on the use of fertilizers and diatomite with its cultivation.*