

УДК: 551.4: 631.439: 631.434

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПРОПЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА «ПАР-ОЗИМАЯ ПШЕНИЦА»**

**Медведев И.Ф.<sup>1</sup>, г.н.с. доктор с.-х. наук, профессор, Молчанов И.О.<sup>1</sup>,  
м.н.с., Бузуева А.С.<sup>1</sup>, к.с.х., н.с.**

*<sup>1</sup>ФГБНУ НИИСХ «Юго-Востока»*

E-mail: ilya\_molchanov\_1990@mail.ru

*В данной статье рассматривается эффективность сапропеля в звене севооборота «пар-озимая пшеница» по сравнению с другими видами удобрений (навоз и минеральные удобрения). Изучено влияние различных видов удобрений на агрохимические и агрофизические свойства чернозема южного, в частности на плотность сложения, порозность, гумус, нитратный азот, подвижные формы фосфора и калия.*

*Ключевые слова: сапропель, удобрения, плотность сложения, порозность почвы, гумус, урожайность.*

Сапропель – это форма донных отложений пресноводных водоемов, образующаяся в анаэробных условиях в результате физико-химических и биохимических преобразований остатков озерных растительных и животных организмов при различной степени участия минеральных и органических компонентов поверхностного стока. Сапропелем принято считать отложения пресноводных водоемов с содержанием органического вещества более 15%. Сапропель, как высококачественное органоминеральное удобрение, применяется на всех типах почв для увеличения содержания в почве гумуса, азота и микроэлементов, улучшения водно-физических свойств почвы, нейтрализации кислотности [1].

Сапропели содержат комплекс органических и минеральных веществ: соединения азота, серы, меди, бора, молибдена и других микроэлементов. В

составе органической части имеются биологически активные вещества, гуминовые кислоты, витамины. Важнейшая их характеристика – это общий уровень зольности, содержание кремния, железа, серы, карбонатов, кальция и уровень кислотности. В зависимости от этого, сапропели могут применяться в смеси с навозом, различными отходами, минеральными удобрениями. По своему составу сапропели разных озер могут сильно различаться, наиболее ценными считаются низкзолные сапропели, с содержанием золы менее 30 %. Содержание азота может достигать 3 %, фосфор в сапропеле находится в очень малом количестве, калия почти нет. Серьезный недостаток сапропеля – это невыгодность его транспортировки на дальние расстояния [2; 3].

Для проведения исследований использовали органо-известковый сапропель доставленный с озера Оренбург Еткульского района Челябинской области, химический состав которого представлен в таблице 1.

**Таблица 1. Химический состав органо-известковый сапропель озера Оренбург Еткульского района Челябинской области, по данным ФГУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии», 2005 г.**

| Химический элемент                 | Содержание на сухое вещество | Кларк в почвах | Кратность накопления |
|------------------------------------|------------------------------|----------------|----------------------|
| Азот общий, %                      | 1,67                         | 0,1            | 16,7                 |
| Фосфор общий, %                    | 0,25                         | 0,08           | 3,12                 |
| Калий общий, %                     | 0,30                         | 1,36           | 0,22                 |
| СаО, %                             | 14,8                         | 1,93           | 7,67                 |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % | 1,44                         | 5,43           | 0,26                 |
| SO <sub>3</sub> , %                | 3,02                         | 1,50           | 2,01                 |
| Марганец, мг/кг                    | 316                          | 850            | 0,37                 |
| Цинк, мг/кг                        | 59,7                         | 59             | 1,01                 |
| Медь, мг/кг                        | 24,1                         | 20             | 1,20                 |
| Кобальт, мг/кг                     | 9,13                         | 8              | 1,14                 |
| Молибден, мг/кг                    | 0,94                         | 2              | 0,47                 |
| Никель, мг/кг                      | 16,9                         | 40             | 0,42                 |
| Хром, мг/кг                        | 26,9                         | 200            | 0,13                 |
| Стронций, мг/кг                    | 614                          | 300            | 2,04                 |
| Свинец, мг/кг                      | 25,1                         | 10             | 2,51                 |
| Кадмий, мг/кг                      | 0,97                         | 13             | 0,07                 |
| Ртуть, мг/кг                       | 0,033                        | 0,08           | 0,41                 |
| Мышьяк, мг/кг                      | 7,81                         | 5              | 1,56                 |

В соответствии с Техническими условиями ТУ 10.11.860-90 сапропель озера Оренбург Еткульского района Челябинской области относится к органоминеральным сапропелям 2-го класса пригодности с содержанием органического вещества 56,3% и слабощелочной реакцией среды - 8,6.

Анализ химического состава и экологическая оценка безопасности отложений озера Оренбург при их применении в качестве удобрения почвы и сельскохозяйственных растений показали, что содержание экологически небезопасных элементов, таких как кадмий, мышьяк и ртуть не превышает предельно-допустимых концентраций (ПДК), определяемых Техническими условиями.

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что отложения озера Оренбург можно рассматривать как источник элементов питания для культурных растений, прежде всего, азота (кратность накопления по сравнению с усредненным содержанием элемента в почве - 16,7), кальция (7,67), фосфора (3,12), серы (2,01), стронция (2,04), меди (1,20), кобальта (1,14) и цинка (1,01). Эти элементы относятся к легкоподвижным и подвижным по миграционной способности в почвах. Все они играют важную биологическую роль в жизни растений, являясь биологически активными элементами. В связи с чем, применение сапропелевых отложений озера Оренбург Еткульского района Челябинской области должно оказывать положительное влияние на почвенные условия, рост и развитие сельскохозяйственных растений.

**Цель исследования:** выявить эффективность сапропеля как органического удобрения.

**Материал и методика исследований.** Исследования проводились в 2016-2017 гг. на полях экспериментального хозяйства ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Для решения поставленной задачи был заложен опыт с удобрениями на склоне южной экспозиции, с протяженностью склона 800 м и крутизной 1-3°, в который вносились дозы удобрений включающие в себя органические удобрения (сапропель, навоз) а также минеральные удобрения (аммиачная селитра) (таблица 1).

Таблица 2. Схема полевого опыта

| Вид удобрения     | Доза внесения   |
|-------------------|-----------------|
| Контроль          | б/у             |
| Сапропель         | 6 т             |
| Навоз             | 6 т             |
| Аммиачная селитра | N <sub>60</sub> |

Повторность опыта 4-кратная, размещение – рандомизированное. В качестве тестовой культуры оценки эффективности удобрений использовали яровую пшеницу сорта Воевода. В почве проводились наблюдения за плотностью сложения, ее порозностью в почвенном слое 0-30 см (по Качинскому). Совместно с изучением агрофизических свойств проводились наблюдения за содержанием нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия. Нитратный азот в почвенных образцах определялся потенциометрическим методом на иономере по ГОСТ 26423-85; подвижный фосфор и калий - в 1% углеаммонийной вытяжке по Мачигину по ГОСТ 26205-91

**Результаты исследования.** Как показали исследования, в среднем за 2 года выявлены одинаковые показатели разуплотнения почвы органическими и минеральными удобрениями. По сравнению с контролем, плотность удобренных вариантов снизилась на 7,7% и составила 1,2 г/см<sup>3</sup>. Как показала динамика за 2 года наблюдается тенденция к разуплотнению почвы. В 2016 году применение аммиачной селитры позволило снизить плотность сложения почвы с 1,3 до 1,1 г/см<sup>3</sup>, применение сапропеля и навоза до 1,2 г/см<sup>3</sup>. В 2017 году действия удобрений на плотность сложения не отмечено (таблица 3).

Таблица 3. Влияние удобрений на агрофизические и агрохимические показатели почвы

| Виды удобрений | Плотность сложения, г/см <sup>3</sup> |      | Порозность почвы, % |      | N-NO <sub>3</sub> , мг/кг |      | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг |      | K <sub>2</sub> O, мг/кг |       |
|----------------|---------------------------------------|------|---------------------|------|---------------------------|------|---------------------------------------|------|-------------------------|-------|
|                | 2016                                  | 2017 | 2016                | 2017 | 2016                      | 2017 | 2016                                  | 2017 | 2016                    | 2017  |
| Контроль       | 1,3                                   | 1,2  | 28,2                | 25,3 | 2,8                       | 2,9  | 22,0                                  | 22,2 | 307,3                   | 304,4 |
| Ср. за 2 года  | 1,3                                   |      | 26,7                |      | 2,8                       |      | 22,1                                  |      | 305,9                   |       |
| Сапропель      | 1,2                                   | 1,2  | 37,1                | 35,4 | 4,6                       | 3,7  | 20,2                                  | 20,3 | 319,5                   | 312,8 |
| Ср. за 2 года  | 1,2                                   |      | 36,2                |      | 4,1                       |      | 20,3                                  |      | 316,2                   |       |
| Навоз          | 1,2                                   | 1,2  | 46,2                | 49,2 | 2,8                       | 2,5  | 20,2                                  | 20,7 | 298,2                   | 302,2 |
| Ср. за 2 года  | 1,2                                   |      | 47,7                |      | 2,6                       |      | 20,5                                  |      | 300,2                   |       |
| Ам. селитра    | 1,1                                   | 1,2  | 54,4                | 47,4 | 2,2                       | 2,0  | 22,3                                  | 23,2 | 323,7                   | 319,5 |
| Ср. за 2 года  | 1,2                                   |      | 50,9                |      | 2,1                       |      | 22,8                                  |      | 321,6                   |       |

Несмотря на уменьшение показателей плотности сложения почвы отмечается обратно пропорциональная зависимость изменения порозности. Выявлена отрицательная высокая корреляционная зависимость порозности почвы от плотности сложения -0,7. В среднем за время исследований самый высокий процент порозности почвы отмечена на варианте с внесением аммиачной селитры – 50,9%, что превышает показатель контроля в 1,9 раз. Средние показатели сапропеля(36,2%) и навоза(47,7%) повысили порозность почвы в 1,4 и 1,8 раз относительно контроля. Если рассматривать данный агрофизический показатель по годам, то в 2017 году применение органического удобрения в виде навоза проявило себя несколько лучше, увеличив порозность на 48,6% относительно минерального удобрения (46,6%).

Сапропель, как и другие виды удобрений оказывает положительное действие на содержание питательных элементов в почве. Увеличение содержания нитратного азота по всем видам удобрений отмечено в условиях 2016 года. В среднем за время исследований самое заметное влияние на содержание нитратного азота оказали сапропели, превышая показатель контроля на 31,7 %, аммиачной селитры на 48,8% , навоза на 36,6%.

Наиболее низкие показатели подвижного фосфора отмечены на вариантах с сапропелем и навозом и составляют 20,3 и 20,5 мг/кг соответственно, при этом содержание его на контроле выше на 1,7 мг/кг. Повышение содержания

подвижно фосфора в почве отмечено только в 2017 году при применении аммиачной селитры, увеличение составило 1 мг/кг.

Сапропель оказывает положительное влияние на подвижные формы калия в почве увеличивая его содержание в среднем за 2 года с 305,9 мг/кг до 316,2 мг/кг, но все равно эти показатели оказались ниже чем на варианте с аммиачной селитры на 1,7 % и выше на 5,1 % чем на варианте с навозом. Применение органического удобрения снизило содержание подвижного калия относительно уровня контроля в среднем с 305,9 мг/кг до 300,2 мг/кг. Исследованиями установлено, что условия 2016 г. оказались более благоприятными для накопления подвижного калия в почве, относительно 2017 г.

Прибавка урожая яровой пшеницы от применения удобрений в 2016 году составил 4,3 ц/га, в 2017-3,2 ц/га. В среднем за 2 года действия удобрений наиболее высокая урожайность яровой пшеницы получена на варианте с внесением аммиачной селитры в дозе N<sub>60</sub> (16,4 ц/га) и сапропели в дозе 6 т/га (15,7 ц/га), при этом самая низкая - при внесении навоза в дозе 6 т/га (13,3 ц/га). Неоднозначность действия органических удобрений (навоз-сапропель) связана с темпами накопления нитратного азота в почве при внесении сапропеля. Из навоза нитратный азот высвобождается постепенно, тогда, как в сапропеле не имеющего в своем составе органических остатков он находится в свободном состоянии, готовым к участию в функционировании системы почва – растение (Рисунок 1).

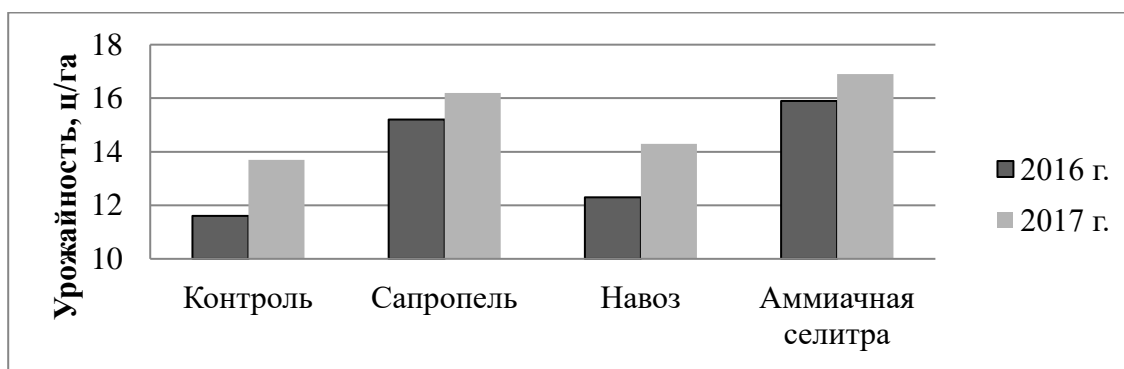


Рисунок 1. Урожайность яровой пшеницы

**Таким образом,** как показали результаты исследований эффективность сапропеля по сравнению с другими удобрениями, в частности аммиачной селитрой оказалась не сильно выраженной. Выявлены более эффективные показатели сапропеля по сравнению с данными полученными с вариантов удобренных навозом. Можно сделать вывод, что сапропель, как удобрение занимает промежуточное положение, но трудности транспортировки делают его не высокочувствительным для применения.

#### Список литературы

1. Медведев, И.Ф. Особенности формирования элементов питания черноземов южных при различном их хозяйственном использовании / И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин, А.С. Бузуева, Д.И. Губарев, В.И. Ефимова, И.О. Молчанов, А.Ю. Верин // Аграрный научный журнал. – 2018. - №7. – С. 18-23.
2. Медведев, И.Ф. Изменение физических и водно-физических свойств черноземных почв под влиянием различных севооборотов и удобрений / И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев, А.С. Бузуева, З.М. Азизов А.Ю. Верин, И.О. Молчанов, В.А. Назаров // Аграрный научный журнал. – 2016. - №9. – С. 35-39.
3. Г. Ю. Хужахметова. Сапропель как регулятор баланса органического вещества почв и источник органического питания / Хужахметова Г.Ю., Хабиров И.К., Хасанов А.Н. // Известия Уфимского научного центра Российской академии наук. - 2017. - № 3-1. - С. 206-208.