

**АГРОНОМИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
КУКУРУЗЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕОЛИТА И УДОБРЕНИЙ
НА ЕГО ОСНОВЕ**

**Куликова А.Х., доктор сельскохозяйственных наук,
профессор,**

тел.: 8(8422) 55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru

**Карпов А.В., кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент,**

тел.: 8(8422) 55-95-68, e-mail: alexkarpov19@yandex.ru

**Яшин Е. А., кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент,**

тел.: 8(8422) 55-95-68, e-mail: yashin.yevgeniy@mail.ru

Черкасов М.С., аспирант,

тел.: 8(8422) 55-95-68, e-mail: xaker1.94@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: кукуруза, цеолит, урожайность, экономическая и энергетическая оценка.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований по изучению эффективности цеолита и удобрений на его основе при возделывании кукурузы на зерно. Установлена высокая агрономическая эффективность цеолита, обогащенного аминокислотами и мочевиной с дозой 500 кг/га: урожайность зерна повысилась на 0,8-1,09 т/га. Однако экономически и энергетически более целесообразно применение данных удобрений в дозе 250 кг/га.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Ульяновской области в рамках научного проекта № 19-416-730002.

Введение. Кукуруза (*Zea mays L.*, $2n=20$) — одна из основных культур мирового земледелия разностороннего использования и высокой урожайности. Урожайность ее в благоприятных почвенно-климатических условиях превышает 10-15 т/га. Последнее обусловлено тем, что кукуруза относится к растениям фотосинтетического цикла Хетча-Слэка (C_4), для которых характерна высокая скорость фотосинтеза, что определяет высокую активность роста и соответствующую продуктивность [1]. В связи с этим кукуруза предъявляет большие требования к минеральному питанию. Так, при урожайности зерна 10 т/га она выносит более 250 кг азота, 100 кг фосфора и 360 кг калия [2]. Следовательно, оптимизация питательного режима является важнейшей задачей при выращивании данной культуры. При этом необходимо обеспечить растения элементами питания в течение всей вегетации в соответствии с потребностями в том или ином элементе. В этом отношении, как установлено в последние годы, большое значение приобретает применение кремнистых пород и удобрений на его основе пролонгированного действия таких, как диатомиты, цеолиты, трепелы и их модификаций [3]. Однако формирование высокой урожайности любых сельскохозяйственных культур и, особенно, высокоурожайных, как кукуруза, связано с большими расходами, основная часть из которых приходится на применение удобрений. Поэтому очень важно провести экономическую и энергетическую оценку технологий возделывания культур. Последнее определило цель наших исследований – установить агрономическую, экономическую

и энергетическую эффективность возделывания кукурузы с применением цеолита и удобрений на его основе, полученных внедрением в него аминокислот и мочевины.

Объекты и методы исследования. Полевые опыты по изучению эффективности цеолита и его модификаций в системе удобрения кукурузы проводили в ООО «Агрофирма «Абушаев» Ульяновского района на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. Объектами исследования являлись: цеолит Юшанского месторождения и удобрения на его основе, полученные обогащением его аминокислотами и мочевиной. Удобрения производятся в ООО «БиоРесурс» (г. Ульяновск). В качестве экспериментальной культуры изучали кукурузу, гибрид П-8521 Пионер.

Схема опыта включала 8 вариантов: 1. Контроль (без удобрений, естественный фон); 2. Цеолит 250 кг/га; 3. Цеолит 500 кг/га; 4. Цеолит, обогащенный аминокислотами, 250 кг/га (цеолит + аминокислоты, 250 кг/га); 5. Цеолит, обогащенный аминокислотами, 500 кг/га (цеолит + аминокислоты, 500 кг/га); 6. Цеолит, обогащенный мочевиной, 250 кг/га (цеолит + мочевина, 250 кг/га); 7. Цеолит, обогащенный мочевиной, 500 кг/га (цеолит + мочевина, 500 кг/га); 8. N₆₀P₆₀ K₆₀ (NPK).

В качестве минерального удобрения вносили азофоску с содержанием азота, фосфора и калия по 16 % и для обогащения цеолита азотом — мочевины с содержанием элемента 46 %. Удобрения вносили под предпосевную культивацию.

Повторность опыта 4-х кратная, учетная площадь делянки 60 м².

Таким образом, схема опыта предусматривала выявление наиболее агрономически, экономически и энергетически эффективных доз экспериментальных

удобрений, в том числе по сравнению с минеральным удобрением.

Результаты и их обсуждение. Урожайность зерна кукурузы при возделывании с применением цеолита, удобрений на его основе, а также азотоски представлена на рисунке 1.

Приведенные результаты исследований убедительно показывают очень значительную эффективность цеолита и обогащенных аминокислотами и мочевиной его модификаций в формировании урожайности зерна кукурузы. При применении цеолита в чистом виде в дозе 500 кг/га прибавка ее составила 0,80 т/га, а внесение в той же дозе обогащенного аминокислотами – более одной тонны на 1 га гектаре. Такую же прибавку урожайности зерна кукурузы наблюдали и на варианте с внесением в почву цеолита, обогащенного мочевиной. Последнее обусловлено длительным многосторонним положительным влиянием кремнистых пород, в том числе и цеолита, как природных сорбентов, на свойства почвы, в том числе и на жизнедеятельность почвенных организмов через улучшение при этом структурного состояния, водного и кислотно-основного режимов почвы. В результате чего улучшается азотное, фосфорное, калийное и кремниевое питание культурных растений [4].

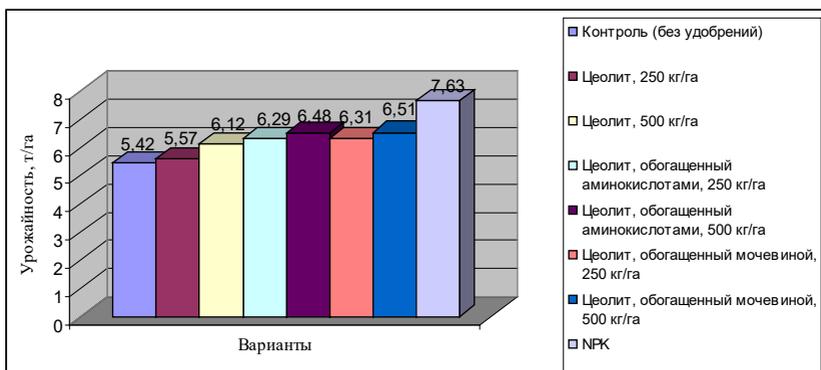


Рисунок 1 - Урожайность зерна кукурузы в зависимости от применения удобрений, т/га

Тем не менее, наиболее высокую урожайность зерна кукурузы обеспечило применение полной дозы минеральных удобрений. Как уже отмечалось выше, в связи со своими биологическими особенностями, прежде всего, с высокой интенсивностью фотосинтеза, основным фактором формирования урожайности, кроме тепла и света, является обеспечение растений элементами питания и водой. В данном случае, поступление в почву с хорошо растворимым минеральным удобрением в полной дозе питательных элементов обеспечило очень высокую прибавку урожайности зерна кукурузы (в 2,21 т/га). Удобрения на основе кремнистых пород являются пролонгированного действия и постепенно высвобождают элементы в почвенный раствор.

Однако агрономическая эффективность технологий сельскохозяйственной продукции по уровню продуктивности – лишь одна сторона дела. В современных условиях, в том числе экономических санкций, решающее значение имеет не получение максимальных урожаев, а производство продукции с высокими показателями качества и

минимальными затратами, то есть получение хорошей прибыли с высоким уровнем рентабельности при низкой себестоимости продукции [5].

Экономический анализ технологии возделывания кукурузы с применением экспериментальных удобрений проводили с использованием нормативов и расценок, принятых для производственных условий ООО «Абушаев». Стоимость продукции определяли в соответствии с ценой реализации, которая сложилась на зерно кукурузы в 2020 году. Все расчеты осуществляли на основании технологических карт. Соответствующие расчеты позволили оценить экономическую эффективность цеолита и удобрений на его основе в технологии возделывания кукурузы (рис. 2).

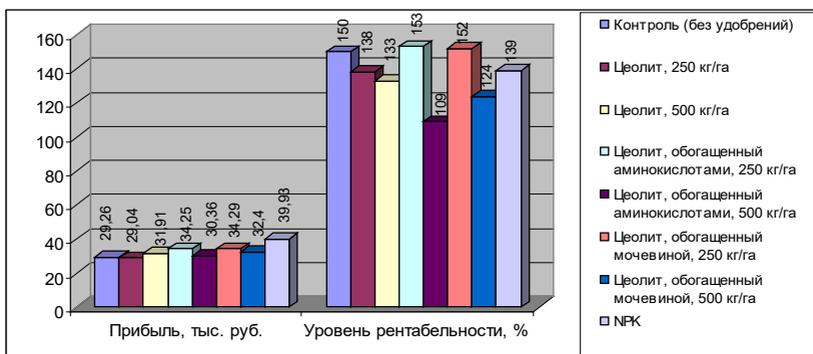


Рисунок 2 - Экономическая эффективность технологий возделывания кукурузы с применением удобрений

Несомненно, выручка от продажи продукции находится в прямой зависимости от урожайности и на варианте с применением минеральных удобрений она составила 68,67 тыс. рублей, превышая контроль почти на 20 тыс. рублей. Однако достаточно высокая стоимость минеральных удобрений увеличила производственные

затраты и значительно снизила прибыль, а уровень рентабельности оказался ниже контрольного варианта (139 и 150 % соответственно). Более высокие производственные затраты установлены также на вариантах с применением цеолита, а также цеолита, обогащенного аминокислотами и мочевиной. Однако существенная более высокая урожайность при этом обеспечила значительное повышение доходности производства зерна (на 2,65 – 4,95 тыс. руб./га). Лучшие показатели рентабельности зерна кукурузы наблюдали при применении в системе удобрения кукурузы цеолита, обогащенного как аминокислотами, так и мочевиной в дозе 250 кг/га со значениями 153 и 152 % соответственно.

Наряду с оценкой экономической эффективности технологий возделывания культур не менее важно дать им энергетическую оценку. Это важно потому, что при производстве сельскохозяйственной продукции не только затрачивается энергия (в виде минеральных удобрений и пестицидов, электроэнергии и т.д.), но и одновременно запасается в ней в процессе фотосинтеза, а также в органическом веществе почвы. В связи с этим суть энергетической оценки технологий возделывания культур сводится к расчету затрат энергии при производстве сельскохозяйственной продукции и энергии накопленной в урожае. При этом отношение энергии, накопленной урожаем, к затраченной на его производство, определяет коэффициент энергетической эффективности: чем он выше, тем эффективнее данная технология выращивания культуры. Следует отметить, что энергетическая оценка технологий возделывания культур не заменяет, но существенно дополняет экономический анализ.

Результаты расчетов энергетической эффективности технологий возделывания кукурузы с применением

удобрений как цеолита и его модификаций аминокислотами, так и мочевиной представлены в таблице.

Анализ приведенных данных показывает, что кукуруза накапливает достаточно большое количество энергии (более 80 ГДж/га на контроле), обусловленное высокой урожайностью культуры. Как уже отмечалось выше, кукуруза чрезвычайно отзывчива на внесение удобрений: при применении их прибавка урожайности достигает 2-х тонн на одном гектаре и соответственно возрастает коэффициент энергетической эффективности, несмотря на повышение затрат при этом, от 4,46 на контроле до 4,60 и 4,62 на вариантах с применением цеолита, обогащенного аминокислотами и минеральных удобрений соответственно.

Таблица 1 - Энергетический анализ технологий возделывания кукурузы с применением экспериментальных удобрений

Варианты	Затраты энергии, ГДж/га	Содержание энергии в уро-жае, ГДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
Контроль (без удобрений)	18,41	82,04	4,46
Цеолит, 250 кг/га	20,23	84,31	4,17
Цеолит, 500 кг/га	22,27	94,15	4,23
Цеолит + аминокислоты, 250 кг/га	20,68	95,21	4,60
Цеолит + аминокислоты, 500 кг/га	23,62	98,08	4,15
Цеолит + мочевины, 250 кг/га	21,17	95,51	4,51
Цеолит + мочевины, 500 кг/га	24,60	98,54	4,01
НРК	24,98	115,49	4,62

Следовательно, при возделывании кукурузы на зерно с точки зрения энергетической эффективности более целесообразно использовать в качестве удобрения цеолит и удобрения на его основе, полученные обогащением его аминокислотами и мочевиной в дозе 250 кг/га. Таким образом, энергетический анализ технологий возделывания кукурузы подтвердил результаты анализа их экономической эффективности.

Заключение. Цеолит Юшанского месторождения Ульяновской области является эффективным удобрением кукурузы: прибавка урожайности его в дозе 500 кг/га составила 0,8 т/га. Эффективность цеолита в качестве удобрения значительно повысилась при обогащении его аминокислотами и мочевиной: превышение урожайности зерна относительно контроля было выше 1,0 т/га. Наиболее высокую урожайность наблюдали при применении минерального удобрения с дозой НРК по 60 кг действующих веществ на 1 гектар (выше контроля на 41 %). Однако при возделывании кукурузы на зерно экономически и энергетически более эффективно применение обогащенного аминокислотами цеолита в дозе 250 кг/га.

Библиографический список:

1. Петр, И. Формирование урожая зерновых культур / И. Петр // Интенсивное производство зерна. М.: Агропромиздат. 1985. – С. 84-174.
2. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ: Колос, 2004. - 720 с.
3. Куликова, А.Х. эффективность цеолита, в том числе модифицированного, в качестве удобрения кукурузы / А.Х. Куликова, Е.А. Яшин, М.С. Черкасов // Вестник государственной сельскохозяйственной академии, 2020 - №3. - С. 76-84.

4. Куликова, А.Х. Кремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур / А.Х. Куликова, А.В. Карпов, Е.А. Яшин. Ульяновск, изд-во Ульяновского ГАУ, 2020. – 188 с.

5. Жученко, А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко. – М.: Агроресурс, 2004. – 110 с.

AGRONOMIC, ECONOMIC AND ENERGY EFFICIENCY OF MAIZE CULTIVATION WITH THE USE OF ZEOLITE AND FERTILIZERS BASED ON IT

Kulikova A. Kh., Karpov A.V., Yashin E. A., Cherkasov M. S.

Key words: *maize, zeolit, yield, economic and energy efficiency.*

The paper presents the results of experimental studies on the effectiveness of zeolite and fertilizers based on it in the cultivation of corn for grain. High agronomic efficiency of zeolite enriched with amino acids and urea with a dose of 500 kg/ha was established: grain yield increased by 0.8-1.09 t / ha. However, it is economically and energetically more appropriate to use these fertilizers at a dose of 250 kg / ha.