

СЕКЦИЯ 2. АГРОЭКОЛОГИЯ.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ

К.М. Павлова¹, Д.В. Виноградов^{1,2}

*¹Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева*

²Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

В статье приводится анализ научных данных по выращиванию кукурузы в зависимости от видов и доз минеральных удобрений, с учетом почвенно-климатических условий региона.

Ключевые слова: удобрения, дозы, кукуруза, почва, агрохимические показатели, урожайность, качество

Кукуруза является важнейшей народнохозяйственной культурой и одной из зерновых культур, которые связаны с продовольственной безопасностью страны. Ее зерно используется на продовольственные цели, а также на технические и кормовые [5].

Для повышения продуктивности кукурузы необходимо тщательно анализировать влияние минеральных, органических и бактериальных удобрений на урожай и качество производимой продукции.

Современные гибриды кукурузы, обладая биологическими способностями давать повышенные урожай зеленой массы и зерна, предъявляют повышенные требования к элементам минерального питания. Для формирования 1 т зеленой массы, кукуруза в среднем потребляет из почвы азота от 19,9 до 23,4 кг, фосфора 6,3–7,5 кг, калия 15,5–19,7 кг в зависимости от внесенных удобрений [9].

Кукуруза остро реагирует на элементы минерального питания. Это связано с несбалансированностью обеспечения азотом и фосфором, что в итоге негативно влияет на уровень корневого питания, рост и развитие растений в начале вегетации [7, 9, 10].

При внесении оптимальных доз удобрений кукуруза использует почвенную влагу полнее и продуктивнее [4]. При улучшении обеспеченности растений элементами минерального питания за счет внесения минеральных удобрений возрастает поглощение прямой ФАР, за счет чего увеличивается продуктивность культуры.

Потребность кукурузы в питательных веществах изменяется в зависимости от фазы ее развития. Наблюдения показали, что кукуруза до выметывания использует примерно 30% азота. Затем потребность в азоте резко возрастает, особенно с фазы выметывания до наступления молочной спелости зерна. В это время посеvy кукурузы используют более половины выносимого азота. В конце вегетации потребность в азоте снижается [1, 2].

Имеется значительное количество работ о характере действия минеральных удобрений на урожайность кукурузы. Данные об оптимальных дозах удобрений, полученные разными авторами, в ряде случаев расходятся. При этом многие исследователи считают, что урожайность кукурузы зависит в первую очередь от применения азотного и фосфорного удобрений, при этом определяющим элементом является азот. По действию на урожай кукурузы на первом месте стоит азот, на втором – фосфор, на третьем – калий. По обобщенным данным научно-исследовательских учреждений, оптимальная доза минеральных удобрений на обыкновенных черноземах $N_{60-90}P_{60}K_{30-45}$, черноземах мощных, темно-серых и серых оподзоленных почвах $N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$, на дерново-подзолистых $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$ [8].

Можно отметить, что значительная часть исследований проведена в более южных районах при возделывании кукурузы на зерно. Для Нечерноземной зоны, где кукуруза чаще используется для получения зеленой массы и как силосная культура, таких исследований значительно меньше.

По данным других авторов, локальное и дробное внесение высоких доз азота (180 кг/га) не имеет преимущества по сравнению с единовременным внесением такой же дозы под зябь [3, 6].

Большой интерес представляют данные по изменению урожайности зеленой массы кукурузы, возделываемой бессменно в севообороте. Как на неудобренном фоне, так и в целом по опыту урожайность зеленой массы кукурузы в бессменных посевах была ниже по сравнению с севооборотом на 29 ц/га. При бессменном выращивании кукурузы эффективность N_{60} и $N_{60}K_{60}$ была выше, что связано с повышенным требованием кукурузы в бессменных посевах в отношении азота. Использование азота, фосфора и калия из удобрений, как в севообороте, так и в бессменных посевах находилось в прямой зависимости от обеспеченности растений другими элементами питания и обратной – от дозы каждого из них. С повышением доз удобрений снижался коэффициент использования растениями элемента из удобрения и наоборот. В среднем за годы исследований систематическое внесение удобрений повышало вынос элементов

кукурузой, возделываемой в севообороте, в зависимости от доз удобрений: азота на 2,1–69,6%, фосфора – 7,8–72,1% и калия на 3,7–65,1%.

Уровень обеспеченности элементами минерального питания оказывает влияние не только на урожайность, но и на качество получаемой продукции. Опытами показано, что при внесении одних минеральных удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$) под кукурузу содержание сырого белка в зеленой массе увеличивается до 9,3%, переваримого до 5,4%. В другом опыте показано, что внесение под кукурузу $N_{65}P_{40}K_{40}$ + 40 т/га навоза повысило содержание азота в зеленой массе с 1,11 до 1,45% (на воздушно-сухую массу).

Несмотря на широкое использование минеральных удобрений при возделывании кукурузы, при этом имеются и недостатки. Так, опыты по возделыванию в Рязанской области раннеспелых гибридов кукурузы на зерно показали, что наиболее энергетически и экономически эффективным оказалось их выращивание без применения минеральных удобрений, что объясняется их большой энергетической емкостью и стоимостью и недостаточной прибавкой урожая.

В интенсивных технологиях возделывания кукурузы в настоящее время применение минеральных удобрений остается одним из основных приемов, однако исследуются и возможности применения агроэкологических способов повышения ее продуктивности.

Кукуруза относится к растениям, имеющим C4-тип фотосинтеза, которые характеризуются более интенсивным ростом и существенным выделением в ризосферу продуктов фотосинтеза, обеспечивающих микроорганизмы субстратом. Это усиливает процесс азотфиксации в ризосфере кукурузы и положительно отражается на формировании урожая. Следовательно, применение биологических препаратов на основе diaзотрофных микроорганизмов на кукурузе весьма перспективно.

Опыты в условиях Рязанской области показали, что предпосевная инокуляция семян обеспечивала достоверный рост урожая зеленой массы кукурузы на фоне без азотных удобрений. Эффективность биопрепаратов уступала внесению азотного удобрения в дозе 60 кг/га и соответствовала применению 30 кг/га действующего вещества аммиачной селитры. Увеличение урожайности зеленой массы кукурузы от биопрепаратов происходит в результате улучшения условия минерального питания растений кукурузы, а также стимулирующего действия микроорганизмов на растения. Об этом свидетельствует формирование вегетативной массы на фоне внесения

биопрепарата и азотного удобрения, которая отражается на большей листовой поверхности и накоплений биомассы растений в процессе вегетации.

Интересно, что кроме ассоциативных diaзотрофов, для небобовых культур возможно применение в качестве биоудобрений и других групп организмов, связывающих азот, в частности сине-зеленых водорослей. Так, в опытах, проведенных в штате Иллинойс, применение препаратов на основе зеленых и сине-зеленых водорослей обеспечило прибавку урожайности на 0,62 т/га. Помимо биологической фиксации азота, возможно повышение усвоения почвенных фосфатов биологическим путем при использовании микоризных грибов.

Изучается также возможность совместного применения азотных и фосфорных биоудобрений. Выявлена зависимость эффективности такой двойной инокуляции от типа фотосинтеза растений. Так, кукуруза, имеющая С-4 тип фотосинтеза, положительно реагировала на этот прием, который по своему действию на накопление вегетативной массы был равнозначен внесению азотных и фосфорных удобрений, а райграс (С-3 тип фотосинтеза) практически не отзывался на него.

При возделывании кукурузы на силос на темно-серых лесных почвах в почве остается в пределах 30% всего синтезированного органического вещества, при этом в условиях интенсивного земледелия при выращивании кукурузы на силос в пахотном слое почвы накапливается от 1,0 до 2,0 т/га абсолютно сухого органического вещества.

Отмечено, что пропашные культуры, в т.ч. кукуруза, меньше страдают от недостатка азота при внесении под них злаковой соломы вследствие более продолжительного периода вегетации, соответственно более растянутого периода потребления азота, и ещё в большей степени – благодаря систематическому рыхлению почвы, которое обеспечивает интенсивную минерализацию гумуса и лучшее обеспечение растений доступными формами азота. И, как следствие, от внесения соломы злаковых под пропашные снижение урожая в первый год либо незначительное, либо совсем не наблюдается [8, 10].

На темно-серых лесных почвах и черноземе типичном изучалось совместное применение соломы злаковых культур и минеральных удобрений. При этом формировалась более высокая продуктивность культур зернопропашного севооборота (в качестве пропашной культуры – кукуруза на силос), а отдельное внесение соломы не снижало их продуктивность [9, 11, 16]. Наблюдалось усиление деятельности почвенной микрофлоры как при отдельном внесении соломы, так и в сочетании с минеральными удобрениями на 10–20%, а

также повышение содержания гумуса в среднем на 0,1%. Применение соломы в сочетании с минеральными удобрениями не привело к значительным изменениям агрохимических показателей. При этом был обеспечен положительный баланс фосфора (65 кг/га) и максимально снизилась напряженность азотного и калийного режима при их дефиците в 60 и 93 кг/га, соответственно. Использование соломы на удобрение оказалось экономически и энергетически выгодно.

На выщелоченном черноземе выявлено почти одинаковое действие соломы и навоза на урожайность зеленой массы кукурузы (45,27 и 46,38 т/га, соответственно). По данным ряда исследователей, прибавка урожая кукурузы от удобрения соломой в среднем за 8 лет составила 10-12% относительно контроля без удобрений.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что исследования по способам повышения продуктивности кукурузы касаются преимущественно применения минеральных удобрений, а такие агроэкологические приемы, как инокуляция семян биопрепаратами ассоциативных азотфиксаторов и использование соломы в качестве азотного удобрения, изучены в меньшей степени. Кроме того, значительная часть данных получена при выращивании кукурузы на зерно, тогда как в условиях Рязанской области широкое распространение имеет возделывание кукурузы на силос. Таким образом, для условий Рязанской области ощущается недостаток подобных исследований, особенно по возможностям совместного применения различных агроэкологических приемов.

Библиографический список

1. Виноградов, Д.В. Экология агроэкосистем / Д.В. Виноградов, А.В. Ильинский, Д.В. Данчеев. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2020. – 256 с.
2. Габибов, М.А. Агроэкологические приемы повышения продуктивности севооборота / М.А. Габибов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2 (53). – С.40-44.
3. Габибов, М.А. Влияние приемов биологизации и минеральных удобрений на продуктивность кукурузы / М.А. Габибов, Е.С. Иванов // АгроЭкоИнфо. – 2017. – № 2 (28). – С.2.
4. Габибов, М.А. Продуктивность зеленой массы кукурузы в зависимости от применения бактериальных удобрений / М.А. Габибов // Кукуруза и сорго. – 2006. – № 4. – С.12-13.

5. Носко, Б.С. Агрохимическая и агроэкологическая оценка эффективности применения минеральных удобрений под кукурузу на черноземе типичном / Б.С. Носко, Т.А. Юнакова // Агрохимия. – 1993. – №3. – С.61-65.
6. Ильинский, А.В. Экологическое обоснование способа агрохимической мелиорации почв в условиях техногенеза / А.В. Ильинский, Д.В. Виноградов, Г.Д. Гогмачадзе // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1(31). – С. 18.
7. Курчевский, С.М. Влияние различных доз минерального грунта на агрохимические показатели и продуктивность торфяных почв / С.М. Курчевский, Д.В. Виноградов, А.В. Щур // Вестник РГАТУ. – 2015. – № 1(25). – С. 27-31.
8. Обоснование применения различных форм азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры и их влияние на плодородие серой лесной почвы / Г.Н. Фадькин, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов, Р.Н. Ушаков // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 7(160). – С. 63-71.
9. Толорая, Т.Р. Влияние корневой подкормки минеральными удобрениями на урожайность и качество зерна кукурузы / Т.Р. Толорая, В.П. Малаканова, Д.В. Ломовской, А.И. Елисеев // Агрохимия. – 2008. – №12. – С. 35-39.
10. Influence of Biologically Active Preparations on Caesium-137 Transition to Plants from Soil on the Territories Contaminated after Chernobyl Accident / A. Shchur, O. V. Valkho, D. Vinogradov, V. Valko // Impact of Cesium on Plants and the Environment. – Switzerland: Springer International Publishing, 2017. – P. 51-70.