

ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА ЗЕЛЕНУЮ МАССУ НА АНТРОПОГЕННО-ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПОЛЕСЬЯ

Н.Н. Семененко, доктор сельскохозяйственных наук,

Е.В. Каранкевич, кандидат сельскохозяйственных наук,

К.И. Клименкова, младший научный сотрудник

РУП "Институт мелиорации"

г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье рассматриваются новые методические и практические положения почвозащитной ресурсосберегающей технологии возделывания кукурузы на зеленую массу, обеспечивающей получение 20–22 т/га кормовых единиц и до 17 ц/га сырого протеина при снижении затрат на единицу продукции на 36% и высокую экологическую устойчивость почв. В ней изложены основные требования кукурузы по подбору почв, предшественника, способа основной обработки почвы, системы удобрений с учетом результатов новых методов почвенной и растительной диагностики и особенностей антропогенно-преобразованных торфяных почв и др.

Ключевые слова: антропогенно-преобразованные торфяные почвы, деградация, кулисная культура, удобрения, кукуруза, урожайность, продуктивность, экономика, плодородие

Abstract

N.N. Semenenko, E.V. Karankevich, K.I. Klimenkova

EFFECTIVE CULTIVATION OF CORN FOR GREEN MASS ON ANTHROPOLOGICAL VARIED SOILS ON THE POLESYE TERRITORY

The article describes modern methodical and practical ways of saving soils and resources during corn cultivation for green mass what gives 20-22 t/ha of feed units and up to 17c/ha of crude protein along with 36% economy of product unit and high ecological quality of soils. The main aspects for better corn growth are given: soils selection, predecessor, way of main soil cultivation, fertilizing system based on the results of new methods of soil and plant diagnostics and features of anthropological varied soils etc.

Keywords: anthropological varied peat soils, soil degradation, fertilizers, corn, crop capacity, productivity, economics, fertility

Введение

В регионе Белорусского Полесья около 700 тыс. га антропогенно-преобразованных торфяных почв разных стадий эволюции интенсивно используются в сельском хозяйстве. Эти почвы по содержанию органического вещества, водно-физическим, агрохимическим и биохимическим свойствам различаются между собой и отличаются от минеральных [1].

Наиболее актуальной экологической и экономической проблемой зоны Полесья, причиной сдерживающей его устойчивое развитие, является деградация агроторфяных почв. После осушения и в процессе сельскохозяйственного использования агроторфяные почвы подвержены дефляции и минерализации, что приводит к потере органического вещества (ОВ) и снижению их плодородия. В зависимости от условий величина общих потерь ОВ колеблется в пределах от 3 до 15 т/га и более за год. Наиболее высокие потери ОВ наблюдаются при возделывании на таких почвах пропашных культур, проведении вспашки и применении повышенных доз минеральных, особенно, азотных удобрений [2–6 и др.]. Для сохранения плодородия аг-

роторфяных почв рекомендуется на них больше сеять многолетних трав, в основном злаковые, вносить органические удобрения в дозах 50–60 т/га, заменять вспашку на обработку почвы без оборота пласта [7–12 и др.]. Однако в зоне Полесья, где значительные площади земель сельскохозяйственного назначения размещаются на агроторфяных почвах, выполнить эти рекомендации в реальной жизни сложно.

С целью укрепления кормовой базы животноводства на этих почвах в структуре посевных площадей зерновые фактически занимают до 50% и кукуруза как ведущая кормовая культура около – 30%, основной способ осенней обработки почвы – зяблевая вспашка, органические удобрения применяются, как правило, на полях, расположенных около животноводческих комплексов. Так же установлено, что существующая «базовая» система применения фосфорных и калийных удобрений, предусматривающая возмещение выноса элементов питания с планируемой урожайностью и дополнительное внесение для повышения плодородия почв, внесение ус-

редненных по полям доз азотных удобрений нуждается в совершенствовании. Для повышения производительной способности и устойчивости к деградации агроторфяных почв Полесья необходима разработка альтернативных почвозащитных, экономически и экологически обоснованных технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе новых методических решений.

Объекты и методы исследований

Для разработки альтернативной «базовой» почвозащитной технологии возделывания кукурузы на антропогенно-преобразованных агроторфяных почвах Полесья необходимо было оценить разные виды важнейших приемов технологий: предшественника, способов основной обработки почвы и систем удобрения.

Известно, что в технологиях возделывания основных сельскохозяйственных культур севооборота важнейшее значение имеет подбор предшественника. В результате проведенных ранее исследований на антропогенно-преобразованных торфяных почвах установлено [13], что одним из лучших предшественников основных культур севооборота являются промежуточные. Однако использование и такого предшественника под кукурузу на этих почвах не исключает проведение зяблевой вспашки, внесение органических удобрений, интенсивную дефляцию и минерализацию ОВ почвы в течение длительного периода вегетации, что приводит к снижению её плодородия. Поэтому в последние годы в ряде стран (Англия, Германия, США и др.) в качестве предшественника кукурузы, сахарной свеклы и сои используют кулисные посевы промежуточных культур.

Снизить потери ОВ почвы, затраты на зяблевую вспашку и применение органических удобрений, химических средств защиты растений, повысить продуктивность культур звена севооборота и поступление ОВ в почву возможно за счет использования в качестве предшественника кулисной культуры более зрелых растений редьки масличной. В фитомассе таких растений больше накапливается лигнина, полифенолов с соотношением C:N 20–25 и более, из которых образуются гумусовые вещества.

Поэтому в предварительных опытах были созданы два варианта предшественника кукурузы за счет посева промежуточных культур:

1. лучший базовый – пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм + поукосно редька масличная на зеленый корм, заделка в почву под зяблевую вспашку только ПКО на глубину 20–22 см;

2. поисковый – пелюшко-овсяная смесь на зеленый корм + поукосно редька масличная в качестве кулисной культуры. Посевы растений редьки масличной, оставленные в зиму в качестве кулисной культуры, за зимний период отмирают. Весной при созревании почвы они заделываются в почву дискатором на глубину 10–12 см. При этом растительные остатки кулисной культуры продолжают сохранять почвозащитную функцию в виде мульчи после посева кукурузы.

На фоне разных предшественников и способов основной обработки почвы исследовались различные системы удобрений (таблица 1).

Научный и практический интерес представляли так же результаты исследований по установлению количества поступившего в почву органического вещества и элементов минерального питания с растительной массой кулисной культуры, влияние её на биохимические и водно-физические свойства и ветровую эрозию почвы, засоренность посевов, продуктивность и экономическую эффективность возделывания кормовых культур в почвозащитном севообороте.

Экспериментальные полевые исследования проводились в 2011-2012 гг. на опытном поле Полесской опытной станции в мелиоративного земледелия и луговодства на антропогенно-преобразованных торфяных почвах, подстилаемых песком с глубины 35–40 см. Агрохимическая характеристика почвы (A_n) опытного поля перед закладкой опыта: содержание органического вещества – 20–22%; рН в KCl – 5,7–5,9; доступные растениям соединения (в 0,2 М уксусной кислоте): азот – 98 (низкое); P_2O_5 – 87 (низкое); K_2O – 513 (среднее) кг/га. Подвижные формы (в 0,2 М HCl): P_2O_5 – 376 (среднее) и K_2O – 399 (среднее) и ZnO – 8,1 (низкое) мг/кг почвы.

Результаты исследований

В результате проведенных исследований установлено, что зеленая масса молодых растений редьки масличной, используемой на корм в сентябре, содержит азота, фосфора и калия больше, а углерода меньше, чем более зрелая (октябрь) биомасса сидерата кулисной культуры. Важным показателем растительной массы

как источника пополнения ОБ почвы является соотношение содержания в ней углерода к азоту. Зеленая масса редьки масличной, убираемая на корм (с высоким содержанием азота – 3,0% и узким соотношением $C : N = 12,0$), при запашке в почву интенсивно минерализуется, аккумулируя микроэлементами углерод почвы. Пополнение почвы гумусовыми соединениями при этом не происходит. В то же время биомасса кулисной культуры редьки масличной, имеющей соотношение $C:N$ в сухой массе около 20 и более, способствует образованию гумусовых соединений и снижению дефицита баланса ОБ в почве.

Приведенные в таблице 1 данные показывают, что на фоне 1 последствие предшественника в виде пожнивно-корневых остатков пелюшко-овсяной смеси и редьки масличной, зяблевой вспашки почвы получила достаточно высокий уровень урожайности зеленой массы кукурузы – 36,7 т/га.

Таблица 1 – Влияние агробиологических приемов на урожайность зеленой массы кукурузы (30% СВ), т/га

| ВАРИАНТЫ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ | ПРЕДШЕСТВЕННИК – РЕДЬКА МАСЛИЧНАЯ | | ПРИБАВКА ОТ КУЛИСНОЙ КУЛЬТУРЫ | |
|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|----|
| | НА ЗЕЛЕНЬ КОРМ (ФОН 1) | КУЛИСНАЯ КУЛЬТУРА (ФОН 2) | | |
| | вспашка (20-22 см) | без осенней обработки почвы | т/га | % |
| 1. БЕЗ УДОБРЕНИЙ | 36,7 | 56,9 | +20,2 | 55 |
| 2. $N_{180}P_{135}K_{240}$ *) | 51,1 | 66,6 | +15,5 | 30 |
| 3. $N_{135}P_{90}K_{180}$ **) | 48,5 | 69,9 | +21,4 | 44 |
| 4. $N_{135}P_{90}K_{180}$ + МИКРОЭЛЕМЕНТЫ, ЭКОСИЛ | 56,9 | 74,1 | +17,2 | 30 |
| 5. $N_{135}P_{90}K_{180}$ + МДУ***) | х | 77,4 | +20,5 | х |
| НСР ₀₅ | 2,1 | 2,3 | х | х |

Примечание:

*) Базовый (вариант 2) – $N_{180}P_{135}K_{240}$ - доза азота рассчитана на возмещение выноса урожая зеленой массы кукурузы 600 ц/га, а P_2O_5 и K_2O – 150 и 130 % к выносу.

Экспериментальные:

**) $N_{135}P_{90}K_{180}$ – доза азота рассчитана на возмещение выноса с урожаем и уточнением на содержание N мин. в почве. P_2O_5 и K_2O – 110% к выносу.

***) МДУ – медленнодействующее удобрение марки $N_5P_{16}K_{35}$ с добавкой азотных, бора и цинка.

Применение «базовой» (рекомендуемой) системы удобрений на этом фоне (вариант 2) позволило повысить урожайность в сравнении с фоном 1 на 14,4, достигнув уровня 51,1 т/га. Использование редьки масличной в качестве сидерата в виде кулисной культуры (фон 2) обеспечило повышение в сравнении с фоном 1 урожайности на 20,2 т/га. При дополнительном внесении удобрений на фоне 2 достигнута урожайность 66,6–77,4 т/га. В сравнении с базовым фоном 1 урожайность по аналогичным вариантам систем внесения удобрений на фоне 2 повысилась на 15,5–21,4 т/га или на 30–44%. Внесение повышенных доз удобрений (вариант 2) в сравнении с вариантом 3 по действию на урожайность преимуществ не имеет.

Наиболее высокая урожайность зеленой массы кукурузы получена при комплексном применении сбалансированных по выносу элементов питания с урожаем доз макро- и микроудобрений и биологически активных веществ (вариант 4) – 74,1 т/га.

По этому варианту получена и самая высокая окупаемость 1 кг NPK – 42 кг массы, что в 2,4 раза больше, чем при применении повышенных доз удобрений базового варианта. Также высокая урожайность зеленой массы кукурузы на фоне кулисной культуры получена при внесении медленнодействующей формы удобрения марки N₅P₁₆K₃₅ с добавкой азотных удобрений, бора и цинка, которая составляет 77,4 т/га.

Кулисная культура редьки масличной оказывает существенное влияние на качественные показатели зеленой массы кукурузы (таблица 2). На фоне кулисной культуры выход кормовых единиц с зеленой массой кукурузы в варианте без внесения удобрений за счет использования кулисной культуры повысился на 5,8 т/га, переваримого протеина – 2,2 ц/га и обменной энергии – на 55 ГДж/га. При внесении удобрений на фоне кулисной культуры выход кормовых единиц увеличился до 21,4–22,3 т/га, переваримого протеина – 16,9 ц/га и обменной энергии до 205–211 ГДж/га. Прибавка к фону 1 по аналогичным вариантам систем удобрения составила по кормовым единицам 26–55, сырому протеину – 20–23 и обменной энергии – 31–54%.

Таблица 2 – Продуктивность зеленой массы кукурузы в зависимости от предшественника и систем применения удобрений

| СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ (NPK КГ/ГА) | ПРЕДШЕСТВЕННИК РЕДЬКА МАСЛИЧНАЯ | | ПРИБАВКА ОТ КУЛИСНОЙ КУЛЬТУРЫ | |
|---|---|--|----------------------------------|----|
| | на зеленый корм, зяблевая вспашка (фон 1) | кулисная культура, без осенней обра- ботки почвы (фон 2) | физические единицы | % |
| КОРМОВЫЕ ЕДИНИЦЫ, Т/ГА | | | | |
| 1. Без удобрений | 10,6 | 16,4 | +5,8 | 55 |
| 2. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ – базовая | 15,2 | 19,2 | +4,0 | 26 |
| 3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ | 14,0 | 20,2 | +6,2 | 44 |
| 4. Вариант 3+Zn, экосил | 16,4 | 21,4 | +5,0 | 30 |
| 5. Вариант 3 – МДУ | х | 22,3 | х | х |
| СЫРОЙ ПРОТЕИН, Ц/ГА | | | | |
| 1. Без удобрений | 9,4 | 11,6 | +2,2 | 23 |
| 2. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ – базовая | 13,0 | 15,6 | +2,6 | 20 |
| 3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ | 11,8 | 14,4 | +2,6 | 22 |
| 4. Вариант 3+Zn, экосил | 14,1 | 16,9 | +2,8 | 20 |
| 5. Вариант 3 – МДУ | х | 16,0 | х | х |
| ОБМЕННАЯ ЭНЕРГИЯ, ГДЖ/ГА | | | | |
| 1. Без удобрений | 102 | 157 | +55 | 54 |
| 2. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ – базовая | 141 | 184 | +43 | 31 |
| 3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ | 134 | 193 | +59 | 44 |
| 4. Вариант 3+Zn, экосил | 157 | 205 | +48 | 31 |
| 5. Вариант 3 – МДУ | х | 211 | х | х |

При разработке технологии возделывания кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах наряду с агрономической оценкой исследуемых технологических приемов важное значение имеет оценка экономической целесообразности проведения тех или иных мероприятий. В исследованиях расчет показателей экономической эффективности проведен исходя из расценок и закупочных цен на молоко, действующих по состоянию на начало 2015 года. Производственные затраты рассчитаны по технологическим картам, составленным на основе фактически выполняемых работ при проведении полевых опытов. Результаты исследований показывают (таблица 3), что при возделывании кукурузы на зеленую массу получена в целом достаточно высокая условная прибыль по исследуемым агротехнологическим приемам (428–1001 \$/га). Наиболее низкий уровень прибыли и рентабельности применения удобрений получен на фоне 1 при использовании редьки масличной на зеленый корм, заделке пожнивно-корневых остатков под зяблевую вспашку и внесении повышенных доз удобрений – 428 \$/га.

Таблица 3 – Экономическая эффективность использования агротехнологических приемов при возделывании кукурузы на зеленую массу

| СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ | ВЫХОД КОРМОВЫХ ЕДИНИЦ, Т/ГА | СТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ | ОБЩИЕ ^{*)} ЗАТРАТЫ | УСЛОВНАЯ ПРИБЫЛЬ |
|---|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------|
| | | | \$/га | |
| ФОН 1 – РЕДЬКА МАСЛИЧНАЯ НА ЗЕЛЕНЬ КОРМ, ЗЯБЛЕВАЯ ВСПАШКА (20-22 СМ) | | | | |
| 1. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ (базовая) | 15,2 | 1224 | 796 | 428 |
| 2. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ | 14,0 | 1127 | 696 | 431 |
| 3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ +Zn, БАВ | 16,3 | 1320 | 700 | 620 |
| ФОН 2 - КУЛИСНАЯ КУЛЬТУРА РЕДЬКИ МАСЛИЧНОЙ, БЕЗ ОСЕННЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ^{*)} | | | | |
| 1. N ₁₈₀ P ₁₃₅ K ₂₄₀ | 19,2 | 1546 | 818 | 728 |
| 2. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ | 20,2 | 1699 | 704 | 995 |
| 3. N ₁₃₅ P ₉₀ K ₁₈₀ + Zn, БАВ | 21,4 | 1723 | 722 | 1001 |

Примечание – ^{)}с учетом затрат на посев редьки масличной (85,6 \$/га)*

По всем показателям наибольшего внимания заслуживает вариант системы удобрений, включающий уровень доз, соответствующий выносу элементов питания урожаем и корректировку дозы азота с учетом запаса его в почве и дополнительное внесение совместно с азотной подкормкой цинка и Экосила (фон 2, вариант 3). По этому варианту комплексного действия кулисной культуры и системы удобрения обеспечивается выход кормовых единиц на уровне 21,4 т/га при себестоимости производства 33,7 \$/т, что на 36% ниже базового варианта технологии, и получении условной прибыли более 1000 \$/га.

Таким образом, в условиях антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья использование редьки масличной в качестве кулисной культуры обеспечивает повышение урожайности зеленой массы и сбора кормовых единиц на 30–44% при снижении себестоимости производства на 36% в сравнении с базовым вариантом технологии, получение условной прибыли более 1000 \$/га, до минимума сводится ветровая эрозия почв.

На основании приведенных выше и полученных ранее результатов исследований разработаны технологические требования инновационной технологии возделывания кукурузы на зеленую массу на антропогенно-преобразованных торфяных почвах. Выполнение изложенных ниже технологических операций обеспечивает получение 20–22 т/га кормовых единиц и до 1000 \$/га прибыли, минимизацию дефляции и минерализации органического вещества антропогенно-преобразованных торфяных почв.

Требования к почвам

Используемые в сельскохозяйственном производстве антропогенно-преобразованные торфяные почвы разных стадий эволюции характеризуются различной мощностью органогенного слоя, содержанием и запасами органического вещества и азота, водным режимом. Эти особенности необходимо учитывать при размещении кукурузы по полям.

Высокие урожаи кукуруза обеспечивает на агроторфяных и органоминеральных почвах с хорошо отрегулированным водным режимом (УГВ большую часть сезона находятся на глубине ближе 1 м). непригодны поля и участки с близким залеганием уровня грунтовых вод, с понижениями, которые приводят к застою воды в весенний период и подтоплению посевов в период вегетации.

Агрохимические показатели пахотного слоя почв: рН 5,6–6,5; содержание P₂O₅ – 300–1000, K₂O – 400–1200 мг/кг (в 0,2М HCl) [14].

Оптимальные параметры содержания доступных растениям соединений (в 0,2 М CH₃COOH) [15]. N мин.– 180–240; P₂O₅ – 160–220 и K₂O – 800–1200 кг/га почвы.

Предшественники

Лучшими предшественниками для кукурузы являются промежуточные культуры, особенно крестоцветные, оставленные в зиму в виде кулисной культуры, а также зернобобовые, однолетние бобовые травы и удобренные навозом зерновые.

Обработка почвы

Главная цель обработки – создать оптимальные условия для роста и развития возделываемой культуры

при минимальном разрушении органического вещества почвы. В этой связи система обработки почв агроторфяных комплексов должна носить щадящий режим с ограничением глубины и частоты вспашек, заменой их без ущерба для урожая минимальными, поверхностными обработками. При использовании посевов крестоцветных культур в качестве кулисных обработка почвы осенью не проводится.

Весной проводится дискование в два следа с целью закрытия влаги, заделки растительных остатков и удобрений и выравнивания поверхности почвы с применением тяжелых дисковых борон БДТ-3,6; БДТ-7, БДТ-10, БДМ - 3.3.1 2,5 или дискаторов АПН-3, АПН-4, АПД-7,5, АДН-3,5, АДН-4 и предпосевная обработка почвы агрегатами АПП- 4, АКШ-7,2.

Система применение удобрений

Определение оптимальных доз удобрений на планируемую урожайность

Высокая урожайность кукурузы обеспечивается при сбалансированном минеральном питании растений в течение всего периода вегетации. Наибольшую потребность в питательных веществах она испытывает в период от выбрасывания метелок и рылец до 3-4-х недель после цветения. Кукуруза является высокоинтенсивной культурой и для формирования урожайности 50–60 и более т/га зеленой массы требует плодородных почв, применения высоких доз удобрений. Поэтому на дерново-подзолистых почвах внесение органических удобрений в дозах 50–60 и более т/га является обязательным приемом [15–17 и др.].

Общую потребность кукурузы в элементах минерального питания устанавливают по данным их выноса с планируемой урожайностью. На антропогенно-преобразованных торфяных почвах на формирование 1 т зеленой массы (СВ 30%) кукурузы расходуется: N – 3,6; P₂O₅ – 0,9 и K₂O – 6,5. При возделывании кукурузы на фоне последствия кулисной культуры удельный вынос в расчете на 1 т продукции составляет N – 3,4; P₂O₅ – 1,4 и K₂O – 6,2 кг, т.е. удельный вынос азота и калия снижается на 10%, а фосфора возрастает на 56%. В опытах для получения урожайности зеленой массы 65–70 т/га вносилось N₁₃₅P₉₀K₁₈₀ с учетом выноса элементов питания с планируемой урожайностью и корректировки дозы азота по содержанию его в почве или N₁₈₀P₁₃₅K₂₄₀ в расчете возмещения выноса с урожаем и повышения плодородия почвы.

Оптимальный уровень минерального питания растений кукурузы формируется из двух источников – почвы и удобрения. Содержание минеральных соединений азота, доступных растениям соединений фосфора и калия в антропогенно-преобразованных торфяных почвах (пахотный слой) даже в одном хозяйстве по отдельным полям различается 5-6 и более раз. Поэтому более точно дозы удобрений рассчитывают исходя из уровня планируемой урожайности и их корректировки с учетом содержания доступных соединений элементов питания в почве (таблица 4).

Органические удобрения не вносят при возделывании кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах с содержанием ОВ более 10% и при использовании промежуточных культур на зеленое удобрение или кулисных культур в качестве предшественника с урожайностью зеленой массы более 300 ц/га. При внесении органических удобрений дозы минеральных снижаются.

Внесение удобрений

Основное внесение. Фосфорные и калийные удобрения полной дозой вносят под предпосевную культивацию. За счет общей дозы в рядки при посеве вносят 10–20 кг/га P₂O₅. Эффективно припосевное внесение НРК по 10–15 кг/га д.в. в виде сложного (тройного) удобрения.

Азотные удобрения. Важнейшим условием получения высоких урожаев кукурузы хорошего качества является рациональное применение азотных удобрений, обеспечивающее оптимальное питание растений в течение вегетационного периода. С учетом особенностей потребления азота растениями кукурузы в течение вегетации перед посевом применяют в зависимости от содержания N_{мин} в почве 40–60 кг/га д. в. азота. Оставшуюся часть расчетной дозы азотных удобрений вносят в подкормку растений при рыхлении междурядий в фазы 4–5 и 8–10 листьев или при обработке посевов водными растворами мочевины, КАС совместно с применением микроэлементов и биологически активных веществ. При этом во вторую подкормку вносят не менее половины планируемой дозы удобрений. Более точно необходимость в проведении подкормки и дозы азотных удобрений устанавливают с учетом результатов растительной диагностики посева кукурузы в фазы 4–5 и 8–10 листьев.

Таблица 4– Ориентировочные дозы органических и минеральных удобрений на планируемую урожайность зеленой массы кукурузы

| Планируемая урожайность, т/га | Органические удобрения *, т/га | ДОЗЫ УДОБРЕНИЙ, кг д.в./га | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|---|---------|---------|--------------------|--|---------|---------|----------------------|--|---------|----------|---------|
| | | АЗОТНЫХ | | | | ФОСФОРНЫХ | | | | КАЛИЙНЫХ | | | |
| | | содержание в почве N _{мин} , кг/га | | | | содержание в почве доступных соединений P ₂ O ₅ (в 0,2М CH ₃ COOH), кг/га | | | | содержание в почве доступных соединений K ₂ O(в 0,2М CH ₃ COOH), кг/га | | | |
| | | <120 | 120-180 | 181-240 | >240 ^{*)} | <120 | 120-160 | 161-220 | >220 ^{***)} | <400 | 401-800 | 801-1200 | >1200 |
| 50-60 | – | 100-120 | 90-100 | 70-90 | 60-70 | 70-80 | 60-70 | 50-60 | 40-50 | 120-140 | 100-120 | 90-100 | 60-90 |
| 61-70 | 40-45 | 121-140 | 101-120 | 91-100 | 71-90 | 81-100 | 71-80 | 61-70 | 51-60 | 141-180 | 121-140 | 101-120 | 90-100 |
| 81-100 | 46-56 | 141-160 | 121-140 | 101-120 | 91-100 | 101-120 | 81-100 | 71-80 | 61-70 | 181-240 | 141-180 | 121-140 | 101-120 |

Примечание: *) – органо-минеральные почвы содержанием ОВ менее 10%; **) - применяют в подкормку; ***) - рядковое внесение.

Применение азотных удобрений в подкормку кукурузы на основе результатов растительной диагностики

Дозы азотных удобрений в подкормку кукурузы по каждому полю определяют с учетом концентрации нитратного [16] или общего азота [17] в индикаторных органах растений (таблица 5).

При необходимости проведения азотных подкормок посевов наибольший эффект достигается при внесении КАС, которая применяется в виде разбавленных водных растворов в соотношении 1:3 (фаза 4–5 листьев) или 1:4 (фаза 8–10 листьев), а так же 8–10%-ный водный раствор карбамида. Общий объем рабочего раствора 200-300 литров на гектар. Чтобы избежать ожогов листьев растений азотную подкормку проводят в утренние (до 11) и вечерние (после 16) часы, желательно в пасмурные дни. В зависимости от планируемой дозы азотной подкормки дозы КАС – удобрения для приготовления водных растворов определяют из соответствующих нормативов (таблица 6). Одним из способов, исключающих ожоги листовой поверхности растений, является применение КАС с помощью волоочильных шлангов или проведения подкормки посевов твердой формой азотных удобрений – карбамидом или аммиачной селитрой в сухую погоду. КАС не разбавляется водой при внесении в почву перед севом (основное) и в подкормку в междурядья с помощью волоочильных шлангов.

Таблица 5 – Дозы азотных удобрений в подкормку кукурузы в зависимости от обеспеченности растений азотом

| ФАЗА РАЗВИТИЯ | Содержание | | ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ РАСТЕНИЙ АЗОТОМ | Доза азота, кг/га |
|---------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | N-NO ₃ , мг/кг сырой массы | N общий, % в сухой массе | | |
| 4 – 5 ЛИСТ | Менее 1000 | Менее 2,8 | НИЗКАЯ | 40 – 50 |
| | 1001 – 1900 | 2,8 – 3,6 | СРЕДНЯЯ | 30 – 40 |
| | 1901 – 2900 | 3,7 – 4,2 | ОПТИМАЛЬНАЯ | - |
| | Более 2900 | Более 4,2 | ВЫШЕ ОПТИМАЛЬНОЙ | - |
| 8 – 10 ЛИСТ | Менее 700 | Менее 2,6 | НИЗКАЯ | 30 – 40 |
| | 701 – 1500 | 2,6 – 3,4 | СРЕДНЯЯ | 20 – 30 |
| | 1501 – 2500 | 3,5 – 4,0 | ОПТИМАЛЬНАЯ | - |
| | Более 2500 | Более 4,0 | ВЫШЕ ОПТИМАЛЬНОЙ | - |

**Таблица 6– Доза КАС на 1 га в зависимости
от планируемой дозы азота и марки удобрения**

| Доза азота, кг/га | КАС-28 | | КАС-30 | | КАС-32 | |
|----------------------|--------|-----|--------|-----|--------|----|
| | кг | л | кг | л | кг | л |
| 10 | 36 | 28 | 33 | 26 | 31 | 24 |
| 20 | 71 | 56 | 67 | 52 | 63 | 49 |
| 30 | 107 | 84 | 100 | 78 | 94 | 73 |
| 40 | 143 | 112 | 133 | 104 | 125 | 98 |

Микроэлементы. В процессе вегетации кукуруза поглощает из расчета на 1 га: цинка – 350-400 г., бора – 70–80 г., меди 50–60 г. В агроторфяных почвах как правило низкое содержание меди, бора и цинка, тем более для физиологически сбалансированного питания растений антогонистом первого является азот, а других – фосфаты. Поэтому в последние годы все больше распространяется инкрустация семян кукурузы цинком, медью, бором и марганцем, результатом чего являются: более развитая корневая система (до 20%), увеличивается содержание хлорофилла (до 33%), повышенная устойчивость к стрессовым ситуациям и действию гербицидов. Особенно важно применение микроэлементов при возделывании кукурузы на зерно.

Эффективным приемом является обработка посевов кукурузы растворами микроэлементов в хелатной форме типа ЭлеГум-Цинк или Адоб-Цинк. В баковые растворы азотных удобрений при проведении подкормок или самостоятельно применяют микроэлементы в виде препаратов ЭлеГум-Цинк 1–1,5 л/га или Адоб-Цинк – 2 л/га совместно с Экосилом (100 мл/га).

Равномерность внесения. Важным условием эффективного использования минеральных удобрений, особенно азотных, является равномерное распределение их по полю. В связи с этим, перед началом работ все машины по внесению удобрений должны регулироваться на точность дозировок и равномерность внесения. Наиболее высокая равномерность внесения твердых удобрений обеспечивается при использовании машин РШУ-12, РДУ-1500, СУ-12, МТТ-4У, а также центробежными машинами фирмы "RAUCH," "Alfa." Достичь высокой равномерности внесения жидких форм удобрений позволяет применение машин АПЖ-12, ОП-2000 или ОПШ-15, ОТМ-2, Мекосан-2000, S-320, RAU или их аналогов.

Посев

Для посева используют кондиционные семена гибридов, сортовые и посевные качества которых должны соответствовать требованиям СТБ 1073-97. Для возделывания кукурузы на зеленую массу в Беларуси имеется широкий выбор гибридов. При выборе гибридов необходимо учитывать, что антропогенно-преобразованные торфяные почвы более холодные, часто наблюдаются заморозки, избыток или недостаток влаги. Поэтому целесообразно для таких почв подбирать ранне- и среднеспелые гибриды (ФАО 150–230) с повышенной устойчивостью к экстремальным погодным условиям (заморозки, засуха и т.д.), болезням и вредителям. В каждом конкретном случае гибрид выбирают из занесенных в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород, разрешенных для использования в зоне Полесья.

Сеять кукурузу необходимо в сроки, когда почва на глубине залегания семян прогреется до +8-10 °С и минует опасность повреждения всходов весенними заморозками. Поврежденные заморозками посевы пересевать не следует, если не повреждены точка роста и росток длиной более 1 см.

На почвах торфяного комплекса семена заделывают на глубину 5–6 см. Это позволяет поместить семена во влажный слой почвы, а при заморозках точка роста меньше повреждается. Рекомендуемая густота посева гибридов кукурузы на зеленую массу 100–110 тыс. семян на гектар. Сев проводят сеялками точного высева после тщательной регулировки на норму высева с соблюдением оптимальной рабочей скорости агрегата, оговоренной в технической характеристике.

Уход за посевами

Сводится, прежде всего, к борьбе с сорной растительностью. Однолетние сорняки в посевах кукурузы

уничтожают гербицидами почвенного действия, которые разрешено вносить по вегетирующим растениям до 3–5 листьев культуры (примэкстра голд TZ, люмакс, каларис, аденго, экстракорн и др.).

Междурядную обработку проводят только при наличии в посевах 10–15 шт. однолетних сорняков на 1 м² в случае неполной их гибели после применения гербицидов. Ее начинают после обозначения рядков в фазу 4–5 листьев с одновременной заделкой азотных удобрений, внесенных в подкормку. Используют культиваторы КРН-4,2, КРН-5,6, КМС-5,4 и др. со стрельчатыми и бритвенными лапами. Глубина обработки почвы – 8-10 см.

Ширина защитной зоны – 13-15 см с каждой стороны ряда. В защитной зоне в фазе 4-5 листьев сорняки уничтожают прополочными боронками. В фазу 8-10 листьев используют отвальные или дисковые орудия. Устанавливают их на глубину 6 см и на расстоянии от ряда 15 см. Скорость движения агрегата 5-7 км/ч.

Применение химических средств защиты растений кукурузы

Фитосанитарное состояние посевов кукурузы, обусловленное наличием сорной растительности, болезней и вредителей в течение вегетационного периода может существенно различаться. Поэтому в каждом конкретном случае целесообразно руководствоваться рекомендациями, изложенными в Отраслевом регламенте «Технология и техническое обеспе-

чение возделывания и заготовки кормов из кукурузы. Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск, 2012. – С. 23 – 75».

Уборка кукурузы

К уборке кукурузы на зеленый корм приступают при достижении молочно-восковой спелости зерна, на силос – восковой. Заканчивают уборку кукурузы на силос в конце восковой спелости зерна или в течение 3 дней после повреждения её заморозками, независимо от фазы развития растений. Оптимальное содержание сухих веществ в силосуемой массе в восковую спелость зерна составляет 30–38%.

Экономическая эффективность технологий возделывания кукурузы на зеленую массу на антропогенно – преобразованных торфяных почвах

При разработке технологий возделывания кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах наряду с агрономической оценкой исследуемых технологических приемов важное значение имеет и оценка экономической целесообразности проведения тех или иных мероприятий. Результаты исследований показывают (рисунок 1), что из исследуемых технологий возделывания кукурузы на зеленую массу более низкий выход кормовых единиц (14,0 т/га) и прибыль (240 \$/га) получены при зяблевой вспашке и внесении органических удобрений. При доставке органических удобрений на расстояние более 5 км их применение становится нерентабельным.



Рисунок 1 – Экономическая эффективность инновационной технологии возделывания кукурузы на антропогенно-преобразованных торфяных почвах

Существенно выше получены выход кормовых единиц и прибыль при использовании базовой технологии без внесения навоза. Однако по всем показателям наибольшего внимания заслуживает вариант инновационной технологии возделывания кукурузы (кулисная культура, без вспашки), система удобрений в которой включает уровень доз, соответствующий выносу элементов питания урожаем и корректировку дозы азота с учетом запаса его в почве и дополнительное внесение совместно с азотной подкормкой цинка и Экосила. По этому варианту комплексного действия кулисной культуры и системы удобрения обеспечивается сбор кормовых единиц на уровне 21,4 т/га при себестоимости производства на 36% ниже базового варианта технологии 2 и получении условной прибыли более 1000 \$/га.

В агроэкономической эффективности предлагаемых Инновационных технологиях возделывания кукурузы не учтен положительный эффект от снижения затрат (минимум на 30%) на применение гербицидов, сохранения органического вещества почвы за счет снижения его минерализации и дефляции (не менее 4–6 т/га), стоимость которых составляет около 200 \$.

Заключение

На основании полученных результатов исследований разработана почвозащитная ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы на зеленую массу на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья. Реализация разработки исключает необходимость проведения зяблевой вспашки почвы и внесения органических удобрений, сводит до минимума потери ОВ от дефляции и минерализации, улучшает агрохимические, биохимические и водно-физические свойства и фитосанитарное состояние посева. Обеспечивается выход с зеленой массой кукурузы кормовых единиц до 21,4 т/га, переваримого протеина – 16,9 ц/га и обменной энергии до 205 ГДж/га. При этом в сравнении с базовой технологией повышается прибыль в 2,3 раза, снижается себестоимость производства зеленой массы кукурузы на 36%. Важно, что разработанная инновационная почвозащитная ресурсосберегающая технология возделывания кукурузы может использоваться на удаленных мелиорированных объектах антропогенно-преобразованных торфяных почв.

Внедрение инновационной технологии в производство в сельхозпредприятиях на потенциальной площади 30 тыс. га посевов кукурузы позволит получить прибыль более 15 млн. долларов США.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: практ. пособие / Под ред. Г.И. Кузнецова, Н.И. Смеяна. – Мн.: Оргстрой, 2001. – 432 с.
2. Бамбалов, Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н.Н. Бамбалов; АН БССР, Ин-т торфа; под ред. А.В. Тишковича. – Мн.: Наука и техника, 1984. – 176 с.
3. Скоропанов, С.Г. Эволюция торфяных почв / С.Г. Скоропанов, Н.Н. Бамбалов, П.Ф.Тиво // Охрана с.-х. угодий и окружающая среда. – Мн., 1984. – С. 193–210.
4. Семененко, Н.Н. Торфяно – болотные почвы Полесья: их трансформация и пути эффективного использования / Н.Н. Семененко – Мн.: Беларус. навука, 2015. – 282 с.
5. Черныш, А.Ф. Дефляция почв в Беларуси / А.Ф. Черныш, Ю.А. Чижиков // Природные ресурсы. – 2005. – №3. – С. 38–50.
6. Черныш, А.Ф. Влияние почвозащитных обработок на дефляцию торфяно-болотных почв и продуктивность / А.Ф. Черныш, А.В. Юхновец // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель. – Мн., 2005. – С. 432–434.
7. Жилко, В.В. Почвозащитные севообороты на дефляционных землях Белорусского Полесья / В.В. Жилко, Н.Н. Цыбулька, А.Ф. Черныш // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: материалы конференции. – Мн., 2000. – С.202.
8. Мееровский, А.С. Проблемы использования и сохранения торфяных почв / А.С. Мееровский, В.П. Трибис // Новости науки и технологий. – 2012. – №4 (23). – С. 3–9.
9. Методические указания по дифференцированному использованию и охране агроландшафтов Полесья с органогенными почвами / РУП «Науч.- практ. центр НАН Беларуси по земледелию»; РУП «Ин-т мелиорации»; УО «БГУ». – Мн.: Изд. центр БГУ, 2008. – 71 с.

10. Национальный доклад о состоянии, использовании и охране земельных ресурсов (по сост. на 1 янв. 2011 г.) / Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; под ред. Г.И. Кузнецова. – Мн.: РУП «БелНИЦзем», 2011. – 184 с.
11. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011 – 2015 гг./ В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусакова. – НАН Беларуси, МСХП РБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 106 с.
12. Семененко, Н.Н. Ресурсосберегающая почвозащитная технология возделывания кукурузы на зеленую массу на дерготорфяных почвах Полесья / Н.Н. Семененко, Е.В. Каранкевич // Земледелие и защита растений. – 2014. – № 6(97). – С. 10–13.
13. Семененко, Н.Н. Продуктивность антропогенно-преобразованных торфяных почв Полесья в зависимости от предшественника основных культур и типов севооборотов / Н.Н. Семененко, П. П. Крот // Земляробства і ахова раслін. – 2012. – №6. – С. 19–25.
14. Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО / ГОСТ 26207-84. – М., 1984. – 6 с.
15. Семененко, Н. Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н. Н. Семененко, В. А. Журавлев. – Мн., 2005. – 24 с.
16. Семененко, Н. Н. Экспресс-методы определения нитратного и аммонийного азота, фосфора, калия, кальция, магния и натрия в растениях на основе многокомпонентного экстрагирования / Н. Н. Семененко, С. Е. Головатый, Г. В. Слободницкая / ААН РБ. – Мн., 1999. – 28 с.
17. Руководство по анализу кормов. – М.: Колос, 1982. – 56 с.

Поступила 15.01.2016