

УДК 633.15:[631.524.82+631.559]:631.445.4(470.620)

РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИЕМОВ ЕЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Сысенко И. С., – доцент

Азаренко А. М., – соискатель

Рудяга А. С., – аспирант

Кубанский государственный аграрный университет

В статье кукурузоводческим хозяйствам предложены альтернативные и традиционные технологии возделывания кукурузы на зерно с применением различных способов основной обработки почвы, фонов почвенного плодородия, норм удобрений, системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней и с учетом охраны окружающей среды.

Ключевые слова: РОСТ РАЗВИТИЕ УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНО КУКУРУЗА ПРИЕМЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ ЧЕРНОЗЕМ ЗАПАДНОЕ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

На сегодняшний день весьма актуальным является повышение плодородия почв, урожайности сельскохозяйственных культур, увеличение производства кормов и другой продукции. Во многих странах мира зернопроизводство ориентируют на выращивание продовольственного и фуражного зерна, и особое предпочтение в этом плане отдается кукурузе. Приоритетность ее выращивания определили два основных качества – возможность постоянного роста урожайности при совершенствовании технологии производства (в том числе основной обработки почвы) и высокая энергетическая ценность зерна при скармливании большинству сельскохозяйственных животных.

Вместе с тем, важно не только увеличивать урожайность зерна, но и улучшать его качество. Высококачественное зерно кукурузы, прежде всего, должно иметь повышенное содержание белка и лизина и других незаменимых аминокислот в зерне. Недостаток в рационах животных этих веществ приводит к снижению их продуктивности [1; 2].

В настоящее время на нужды животноводства в России используется 27–30 млн. т зерна, в т.ч. 40 % пшеницы, 20 % ячменя, 20 % – ржи и тритикале, 5 % – зернобобовых и лишь 5 % – кукурузы (для сравнения: в США зерна кукурузы на корм животным расходуется 88,5 %).

По расчетам Минсельхозпрода РФ и РСХА, уровень достаточной обеспеченности государства продовольственным зерном, сырьем и кормами к 2010 году должен достигнуть 110–115 млн. т. При этом, потребность в фуражном зерне составит 66–68 млн. т.

Добиться столь существенной прибавки урожая при сложившейся структуре зернопроизводства и действующих технологиях выращивания зерновых практически невозможно. Решением этой проблемы может стать повышение урожая, за счет фуражных зерновых культур. При этом настало время уделить самое серьезное внимание производству кукурузы, являющейся наиболее перспективной культурой, способной повысить общую урожайность при применении современных технологий и агротехники.

Основное производство зерна кукурузы (65–90 %) сосредоточено в восьми регионах России. Для регионов Северного Кавказа доля посевов кукурузы составляет 65,8 % от всех посевных площадей под кукурузой по России, а валовой сбор равен 66,8 %. Наибольшую посевную площадь под кукурузу засевают в Краснодарском крае (189–297 тыс. га) и удобряют лучше, чем в других регионах. В последние годы на Кубани на 1 га пашни вносят свыше 50 кг минеральных удобрений (однако, это меньше в 3 раза, чем в 1990-х годах), органических удобрений 1,1–2,9 т/га (в 1990-х годах – 5,4 т/га). Это не могло не отразиться на урожае кукурузы. В Краснодарском крае с 1995 года урожайность колеблется от 12 до 35,1 ц/га (в 1990-х годах – 37,4 ц/га).

Это объясняется тем, что с переходом к рыночной экономике положение в кукурузоводческой отрасли ухудшилось. В сравнении с прошлыми годами посевные площади под кукурузой сократились, уменьшилось количество вносимых удобрений, что постепенно приводит к обеднению почв органическим веществом и их истощенности. Это происходит из-за сравнительно низкой культуры земледелия вследствие нехватки средств на удобрения, машины и т.д. [2].

В связи с вышесказанным, нами были проведены исследования по выращиванию кукурузы на зерно в центральной зоне Краснодарского края на выщелоченном черноземе, с целью установления наиболее оптимальной технологии возделывания по различным по интенсивности способам ос-

новой обработки почвы (при изучении биометрических показателей и продуктивности культуры).

Изучая данные отечественной литературы по вопросу о влиянии способа основной обработки почвы на урожайность кукурузы можно отметить, что большинство авторов считает, что худшие результаты, как по сохранению и накоплению влаги, засоренности посевов, так и по урожайности культуры получены при нулевой обработке черноземных почв, в виду их тяжелого мехсостава, требующего периодического рыхления.

Исследованиями, проведенными на выщелоченном слитом черноземе Западного Предкавказья в течение 3-х лет в условиях Гиагинского района Краснодарского края установлено, что худшие результаты получены от применения нулевой обработки почвы – содержание продуктивной влаги в слое почвы 20–30 см составляло 10,3 мм, а урожайность зеленой массы кукурузы – 213 ц/га; применение отвальной вспашки на 20–22 см + разделка и выравнивание ПВР-2,3 способствовало получению 12,1 мм и 221 ц/га, а фрезерование на глубину 20–22 см увеличивало эти показатели до 12,8 мм и 265 ц/га [16].

По данным Сумской опытной станции на черноземе типичном показано, что применение плоскорезной обработки почвы на 25–27 см с одновременным щелеванием способствовало получению 374 ц/га силосной массы кукурузы и засоренности в количестве 39 шт./м², а применение вспашки на 25–27 см с почвоуглублением до 45 см увеличивало урожай на 12 % и снижало засоренность посева на 56 % [5].

В условиях Мордовии на черноземе выщелоченном тяжелосуглинстом в стационарном полевом опыте установлено, что применение отвальной вспашки плугом ПН-4-35 на 25 ц/га (7 %) увеличивает урожай зеленой массы кукурузы, по сравнению с безотвальной обработкой почвы плоскорезом КПП-250. При этом, содержание гумуса в слое почвы 30–40 см при вспашке на 0,8 % выше, чем при безотвальной обработке [9].

В условиях центральной зоны Краснодарского края на черноземе выщелоченном применение отвальной вспашки на глубину 25–27 см обеспечивало получение в среднем за 3 года урожая зерна 53,9 ц/га, что на 15 % больше, чем при обработке почвы плоскорезом на глубину 20–22 см [4].

В исследованиях, проведенных в центральной зоне Краснодарского края на выщелоченном черноземе в течение 3 лет показано, что общее количество сорняков перед 1-ой культивацией междурядий составляло при безотвальной обработке почвы 134 шт./м², масса початка 105,5 г, масса зерна с початка 87,4 г, масса 1000 зерен 198 г, урожайность зерна 33,6 ц/га. Применение рекомендуемой и отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработок почвы способствовало снижению засоренности посева соответственно на 17–16%, увеличению массы початка на 5–8 %, массы зерна с початка на 6–9 %, массы 1000 зерен на 3 %, урожайности зерна на 16–23 % [17].

Выращивание кукурузы на силос в условиях ЦЧЗ (Белгородский НИИСХ) показало, что лучшим способом основной обработки почвы является вспашка. Так, урожайность кукурузы по вспашке составила 243 ц/га, что на 3 % и 8 % больше, чем по безотвальной и минимальной обработках почвы соответственно [1].

Аналогичные результаты получены и в других регионах. Так, в Краснодарском НИИСХ: по вспашке на 25–27 см получен урожай зерна кукурузы – 41,7 ц/га, по поверхностной обработке на 6–8 см – 27,5 ц и по безотвальной обработке – 38,0 ц/га [20]. В Самарской ГСА на черноземе обыкновенном применение вспашки на 28–30 см обеспечивало урожай зеленой массы кукурузы 205 ц/га, безотвального рыхления на 28–30 см – 187 ц/га и дискования на 6–8 см – 192 ц/га [10].

Опытами, проведенными в течение 4 лет в Чеченской республике на выщелоченном черноземе показано, что применение нулевой обработки почвы способствовало засоренности посевов кукурузы в фазу всходов в количестве 52 шт./м² при урожайности зерна 33,8 ц/га. Применение отвальной вспашки на различную глубину 20, 30 и 35 см обеспечивало снижение засоренности, по сравнению с нулевой обработкой почвы на 53, 73, 100 % и увеличение урожая зерна на 12, 26, 23 % [13].

В зоне достаточного увлажнения Краснодарского края на слитых черноземах применение отвальной вспашки на 27–30 см (к) способствовало получению густоты стояния растений кукурузы перед уборкой 41,2 тыс. шт./га, длины початка 23,7 см, массы початка 184,5 г, выход зерна с почат-

ка 74 %, массу 1000 зерен 212,2 г и урожайность зерна 51,2 ц/га; использование глубокого безотвального рыхления на 70 см + вспашки на 27–30 см увеличивало данные показатели соответственно на 3 %, 15 %, 8 %, 3 %, 7 % и 9,5 ц/га или 19 % [3].

Исследованиями, проведенными на лугово-черноземных почвах Кубани в условиях Абинского района установлено, что применение отвальной вспашки на 27–30 см (к) обеспечивает запас продуктивной влаги в фазу выметывания кукурузы в слое почвы 0–200 см – 177 мм, объемную массу в слое почвы 30–35 см – 1,31 г/см³ и урожайность зеленой массы кукурузы – 228 ц/га; использование приемов: рыхление «Крот-1000» + вспашка на 27–30 см способствовало увеличению запаса продуктивной влаги на 13 мм (7 %), снижению объемной массы почвы на 0,1 г/см³ (8 %) и увеличению урожая на 33 ц/га или 14 % [19].

На выщелоченных слитых черноземах южно-предгорной зоны Краснодарского края применение вспашки на 27–30 см (к) способствовало получению урожая зерна кукурузы в среднем за 3 года – 49,9 ц/га, применение на этом же варианте глубокого рыхления на 70 см увеличивало его на 15 %, а вспашки на 40–42 см – на 8 %. По данным других авторов, в этих же условиях применение вспашки на 27–30 см в среднем за 3 года способствовало получению урожая зерна кукурузы 20,4 ц/га, обработка глубокорыхлителем РН-80Б на 70 см + вспашка на 27–30 см увеличивала урожай на 43 %, а рыхление чизельным плугом ПЧ-4,5 на 40–45 см + вспашка на 27–30 см – на 28 % [18].

Есть и другое мнение. Так, по данным полевых опытов, проведенных в течение 3-х лет в условиях горной части Аджарии на бурых лесных почвах установлено, что практически нет различий между применением вспашки на 18–20 см и нулевой обработки почвы под кукурузу. При данных способах обработки густота стояния растений и урожай зерна кукурузы составляли соответственно 38,2 тыс. шт./м² и 45,0 ц/га; 38,5 тыс. шт./м² и 44,7 ц/га [6].

По данным Харьковского университета в опытах, проведенных, в условиях лесостепи Украины установлено, что применение обычной технологии возделывания кукурузы (культурная вспашка на зябь, весенние об-

работки, междурядные культивации) значительно уступало технологии при нулевой обработке почвы с применением гербицида Харнес по урожаю зерна кукурузы на 13,7 ц/га (27 %). При этом, затраты труда при нулевой обработке снизились в 3 раза, расход топлива в 3,4 раза, удельные капиталовложения на 31%, прямые эксплуатационные затраты на 57 %, приведенные затраты на 57% [12].

Таким образом, из всего вышеизложенного можно сделать заключение, что нет в научной литературе и практике однозначных рекомендаций по способам основной обработки почвы под кукурузу, так как они варьируют в зависимости от почвенной разности, климатических условий зоны возделывания и других факторов.

Особенно сложно это стало в последние годы из-за проблем с переуплотнением почв, затрат труда и средств на основную обработку почвы и другие агротехнические приемы. Поэтому целью наших исследований было уточнить лучший способ основной обработки почвы на выщелоченном черноземе центральной зоны Краснодарского края, поскольку необходим новый подход к этим проблемам со стороны ученых и уточнению приемов возделывания кукурузы, с тем, чтобы увеличивать производство и качество экологически чистой продукции, без загрязнения окружающей среды. Вместе с тем различные условия работы крестьянских и фермерских хозяйств, акционерных обществ, разное их материально-техническое обеспечение также требуют соответствующей дифференциации технологий и приемов выращивания кукурузы, чему и были посвящены данные исследования.

Опытное поле, на котором проводились наши исследования в 2005–2006 годах, расположено на территории учхоза «Кубань», принадлежащего Кубанскому государственному аграрному университету.

Рельеф опытного поля – равнинный. Почвы представлены черноземом выщелоченным сверхмощным легкоглинистым со средней мощностью гумусового горизонта – 147 сантиметров.

Механический состав – легкоглинистый. Почвообразующими породами послужили лессовидные тяжелые суглинки с реакцией водной среды от 6,5 до 8,2.

Анализ почв опытного поля, проведенный институтом КубаньНИИ-гипрозем в 1991 году показал, что содержание гумуса в пахотном слое небольшое и колеблется от 2,5 до 2,9 %, однако, в связи с большой мощностью гумусового горизонта А + В (147 см) валовые запасы его составляют – 407 т/га, а в двухметровом слое – 457 т/га.

Малое содержание гумуса предопределило и невысокое содержание азота. Общие запасы его в пахотном слое почвы составляют 0,16–0,18 % (или около 8 т/га), а в слое 0–15 см – 35–40 т/га. Валовые запасы фосфора в пахотном слое почвы были 0,16–0,18 (6,5–7,8 т/га), а калия – 1,0–2,0 % (50 т/га). Общие запасы этих веществ в полутораметровом слое почвы варьируют от 35 до 40 и от 370 до 380 т/га соответственно.

Центральная зона Краснодарского края, где проводились наши исследования, по температурному режиму и условиям увлажнения характеризуется умеренно-континентальным, умеренно-влажным и теплым климатом.

Среднегодовая температура воздуха составляет 10,0–10,8⁰С, а наиболее холодного месяца января – 1,5–3,5⁰С. Продолжительность безморозного периода составляет 175–225 дней.

Первая половина осени – сухая, вторая – влажная. Зима – умеренно-мягкая, с частыми оттепелями. Весна – ранняя, затяжная, с медленным нарастанием тепла. Лето – жаркое, часто засушливое.

Последние весенние заморозки отмечены в первой половине апреля, первые осенние – во второй половине октября. Переход температуры воздуха через +5⁰С наблюдается 20–25 марта и его продолжительность составляет 230–244 дня.

Сумма эффективных температур составляет 3543–3618⁰С, что является положительным свойством климата, позволяющим выращивать целый ряд теплолюбивых сельскохозяйственных культур, в том числе и кукурузу. Продолжительность солнечного сияния составляет 2200–2400 часов в год. Количество суммарной радиации, поступающей на данную территорию составляет 120 ккал/см².

Коэффициент увлажнения (КУ) равен 0,30–0,40. Годовая сумма осадков составляет 643 мм. Наибольший дефицит влаги обычно наблюда-

ется в середине лета (июль, август). Осадки в этот период выпадают часто в виде ливней, и большая их часть расходуется на поверхностный сток и испарение.

Относительная влажность воздуха в июле – августе опускается до 60–65%, а в отдельные дни до 20–30% и ниже. Недостаточное количество осадков в сочетании с высокими температурами определяет сухость воздуха и почвы, что вызывает большую повторяемость засух и суховеев.

Преобладающими ветрами на территории являются восточные и западные. Неблагоприятное влияние на климат оказывают северо-восточные и восточные ветры, обуславливающие летом сухость и высокую температуру воздуха, а весной иссушение пахотного горизонта и пыльные бури. Количество дней со слабыми суховеями за теплый период – 47 дней, в том числе с интенсивными – 5 дней.

Таким образом, климатические условия данной зоны позволяют выращивать многие сельскохозяйственные культуры, в том числе кукурузу и получать высокие ее урожаи зерна.

Наша работа является частью научно-исследовательской работы, проводимой в длительном стационарном опыте, заложенном в КубГАУ в 1991 году.

Схема опыта представляет собой часть выборки из полной схемы многофакторного опыта (4x4x4)x3.

Изучаемые факторы и их рубрикация представлены в таблице 1.

Площадь делянки: общая – 4,2м x 25м = 105 м², учетная – 2,8м x 17м = 47,6 м². Повторность опыта трехкратная. Базовые технологии условно обозначаются: 000–экстенсивная, 111–беспестицидная, 222–экологически допустимая, 333–интенсивная.

Представленные в таблице 1 варианты опыта были заложены на фоне 3-х различных способов основной обработки почвы, которая проводилась в первой декаде октября и по вариантам опыта была следующей:

– безотвальная обработка почвы (Д₁) включала в себя обработку БДТ-3,0 на глубину 8–10 см, рыхление плоскорезом КПП-2-150 на глубину 23–25 см;

– рекомендуемая обработка почвы состояла из обработки БДТ-3,0 на глубину 8–10 см, корпусного лущения ПЛ-5-25 на глубину 10–12 см и зяблевой вспашки агрегатом ДТ-75М+ПЛН-4-35 на глубину 23–25 см;

– отвальная с периодическим глубоким рыхлением обработка почвы (Д₃) заключалась в обработке БДТ-3,0 на глубину 6–8 и 8–10 см, корпусном лущении ПЛ-5-25 на глубину 12–14 см и зяблевой вспашки агрегатом ДТ-75М+ПЛН-4-35 на глубину 28–30 см.

Таблица 1 – Схема опыта

| Вариант опыта | Уровень плодородия (А) | Система удобрения (В) | Система защиты растений (С) |
|---------------|---|---|--|
| 000 (к) | исходный фон плодородия (А ₀) | без удобрений (В ₀) | без средств защиты растений (С ₀) |
| 111 | средний фон плодородия (200 т/га навоза+200 кг/га P ₂ O ₅ ; А ₁) | минимальная доза (N ₃₀ P ₃₀ +20 т/га навоза; В ₁) | биологическая система (биопрепараты; С ₁) |
| 222 | повышенный фон плодородия (400 т/га навоза+400 кг/га P ₂ O ₅ ; А ₂) | средняя доза (N ₆₀ P ₆₀ +40 т/га навоза; В ₂) | химическая система от сорняков (харнес; С ₂) |
| 333 | высокий фон плодородия (600 т/га навоза+600 кг/га P ₂ O ₅ ; А ₃) | высокая доза (N ₁₂₀ P ₁₂₀ +80 т/га навоза; В ₃) | интегрированная система от сорняков, вредителей и болезней (харнес, децис, антио; С ₃) |

Глубокое рыхление на 70 см проводилось два раза в ротацию севооборота под сахарную свеклу и люцерну. При нулевой обработке почвы схема опыта представлена в таблице 2.

В соответствии со схемой опыта под основную обработку почвы вносили навоз агрегатом МТЗ-80+РОУ-6 и минеральные удобрения (аммиачную селитру, двойной суперфосфат) вручную, с последующей заделкой их в почву дисковой бороной.

Таблица 2 – Схема опыта при нулевой обработке почвы

| Вариант опыта | Уровень плодородия (А) | Система удобрения (В) | Система защиты растений (С) |
|---------------|---|---|--|
| 000 (к) | исходный фон плодородия (А ₀) | без удобрений (В ₀) | без средств защиты растений (С ₀) |
| 002 | исходный фон плодородия (А ₀) | без удобрений (В ₀) | химическая система от сорняков (харнес; С ₂) |
| 011 | исходный фон плодородия (А ₀) | минимальная доза (N ₃₀ P ₃₀ +20 т/га навоза; В ₁) | биологическая система (биопрепараты; С ₁) |
| 020 | исходный фон плодородия (А ₀) | средняя доза (N ₆₀ P ₆₀ + 40 т/га навоза; В ₂) | без средств защиты растений (С ₀) |
| 022 | исходный фон плодородия (А ₀) | средняя доза (N ₆₀ P ₆₀ + 40 т/га навоза; В ₂) | химическая система от сорняков (раундап, милагро; С ₂) |
| 033 | исходный фон плодородия (А ₀) | высокая доза (N ₁₂₀ P ₁₂₀ +80 т/га навоза; В ₃) | интегрированная система от сорняков, вредителей и болезней (раундап, милагро, децис, антио; С ₃) |

Удобрения для создания уровней плодородия почвы вносились в 1991г. под основную обработку почвы после уборки предшествующей культуры – озимой пшеницы. Норма удобрений была определена расчетным методом на основе существующих нормативов для достижения следующих планируемых показателей (таблица 3).

Весной, при наступлении физической спелости почвы проводилось две культивации: первая на глубину 8–10 см (агрегатом ДТ-75М+2КПС-4+БЗСС-1,0) и вторая (предпосевная) на глубину 6–8 см (агрегатом ДТ-75М+2КПС-4+ЗБЗТ-1-10). Одновременно с предпосевной культивацией на вариантах с химической и интегрированной системой защиты растений от сорняков (С₂ и С₃) вносили почвенный гербицид Харнес в дозе 2,5 л/га с нормой рабочего раствора 200 л/га. При нулевой обработке почвы после уборки предшественника применяли 2 раза раундап в дозе 4 л/га, перед посевом – раундап (4 л/га) и в фазе 3–4 листьев у кукурузы против злаковых сорняков – милагро (1 л/га).

Таблица 3 – Планируемые показатели плодородия почвы

| Вариант опыта | Планируемое содержание в слое почвы 0-20 см | | |
|--|--|---------------------------------|--------------------------------|
| | гумус, % | подвижного фосфора, мг/100 г | обменного ка- лия, мг/100 г |
| A ₀ – исходное плодородие | 2,7-2,8 | 18-20 | 20-30 |
| A ₁ – среднее плодородие | 3,0-3,2 | 26-31 | 31-41 |
| A ₂ – повышенное плодородие | 3,3-3,5 | 37-42 | 42-52 |
| A ₃ – высокое плодородие | 3,7-3,9 | 46-51 | 53-63 |

Согласно методике посев проводился протравленными семенами (ТМТД + витавакс (1,5+1,5 кг/т) + NaКМЦ-0,2 кг/т). В 2005 году – 22 апреля, в 2006 году – 24 апреля сеялкой СПЧ-6, при нулевой обработке почвы – пневмонической сеялкой точного высева ЕД-301. Норму высева семян устанавливали из расчета 4–5 всхожих семян на 1 пог. метр рядка (70 тыс. семян на 1 га или 24 кг) и для нулевой обработки почвы – 7 шт. на пог. метр. Глубина заделки семян – 6–8 см. После посева почва прикатывалась кольчато-шпоровыми катками.

За вегетационный период кукурузы проводились две междурядные обработки почвы культиватором КРН-4,2: первая – в фазу 2–3-х листьев, вторая – в фазу 7–9 листьев.

Пропалывали кукурузу дважды только на вариантах, исключающих применение гербицида (С₀ и С₁). Сроки прополки совпадали с проведением междурядных культиваций.

Защита кукурузы от вредителей и болезней строилась с учетом экономического порога их вредоносности. На вариантах с биологической защитой (С₁) за вегетацию не было проведено ни одной обработки биопрепаратами, так как численность вредителей и развитие болезней не превышали экономический порог вредоносности.

На варианте с интегрированной системой защиты растений от вредителей и болезней (С₃) за вегетационный период кукурузы была проведена одна обработка против долгоносиков в фазе 2–3 листьев контактным препаратом децис в дозе 0,25 л/га, а также в фазе выметывания против стебле-

вого мотылька и хлопковой совки проводили опрыскивание посевов системным препаратом антио в дозе 2,5 л/га.

Уборка кукурузы на зерно проводилась в начале сентября вручную со всей учетной площади каждой делянки.

Погодные условия в годы проведения исследований были неодинаковыми и характеризовались следующими показателями (таблица 4).

В течение вегетационного периода 2005 и 2006 годов количество выпадающих осадков, температура и относительная влажность воздуха изменялись следующим образом: апрель месяц характеризовался неустойчивой погодой с резкими перепадами температур и она за этот период в 2005 году составила 12,9⁰С, а в 2006 – 12,7⁰С, что на 2 и 1,8⁰С выше нормы. Осадков за этот месяц выпало 51 и 41 мм, что всего выше нормы на 3 мм и меньше на 7 мм. Условия для прорастания семян кукурузы были хорошими, так как температура почвы на глубине 10 см составляла 12–13⁰С и 9,5–10,2⁰С соответственно годам.

Июль месяц 2005 года характеризовался преобладанием умеренно жаркой погоды с ливневыми дождями. Среднемесячная температура была 24,7⁰С, что на 1,5⁰С выше нормы. Осадков было достаточно, и их выпало 69 мм при норме 60 мм. Июль 2006 года характеризовался преобладанием пониженного температурного режима в отдельные дни и большим количеством осадков. Так, за месяц их выпало 126 мм, что больше нормы на 66 мм. Среднемесячная температура, несмотря на понижение ее в отдельные дни до 15–16⁰С, составляла 22,8⁰С, что всего меньше на 0,4⁰С. Условия для налива зерна были в основном благоприятными.

Таблица 4 - Метеорологические данные в год проведения опыта,
(данные МС г. Краснодара)

| Месяц | Осадки, мм | | | Температура воздуха, °С | | |
|--------------------------|---------------|---------------|---------------------|-------------------------|---------------|---------------------|
| | 2004-2005 гг. | 2005-2006 гг. | средне-много-летнее | 2004-2005 гг. | 2005-2006 гг. | средне-много-летнее |
| с 1.10.04 по 31.03.05 г. | 437 | | 325 | | | |
| с 1.10.05 по 31.03.06 г. | | 418 | | | | |
| Апрель | 51 | 41 | 48 | 12,9 | 12,7 | 10,9 |
| Май | 68 | 55 | 57 | 19,4 | 17,0 | 16,8 |
| Июнь | 58 | 73 | 67 | 20,9 | 23,1 | 20,4 |
| Июль | 69 | 126 | 60 | 24,7 | 22,8 | 23,2 |
| Август | 27 | 9 | 48 | 25,7 | 27,7 | 22,7 |
| Сентябрь | 49 | 28 | 38 | 20,6 | 19,7 | 17,4 |
| В среднем за вегетацию | - | - | - | 20,7 | 20,5 | 18,6 |
| Сумма за вегетацию | 322 | 332 | 318 | - | - | - |
| Сумма за с/х год | 759 | 750 | 643 | - | - | - |

За вегетационный период осадков выпало в 2005 году – 322 мм, что почти равно норме, превышение их составило всего 4 мм, в 2006 году – 332 мм, что на 14 мм больше нормы. В исследуемые годы погодные условия были благоприятными, что и позволило получить урожайность зерна кукурузы в среднем по вариантам опыта 63,1 и 58,7 ц/га соответственно. Несколько меньшая урожайность кукурузы в 2006 году объясняется меньшим накоплением влаги за сельскохозяйственный год.

За сельскохозяйственных осадков было 759 (2005 г.) и 750 (2006 г.) мм, что больше нормы на 116 и 107 мм соответственно.

Таким образом, погодные условия в исследуемых 2005 и 2006 годах были благоприятными для роста и развития растений кукурузы.

Высота растений является важным морфологическим признаком, по величине которого можно проследить динамику роста растений по основным фенофазам и судить о реакции их на изменение условий произрастания.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что в среднем за 2005-2006 годы высота растений по всем вариантам опыта интенсивно нарастала с начала вегетации до фазы молочно-восковой спелости. Наибольшая высота растений, равная 263,3 см в среднем по вариантам опыта была в фазе молочно-восковой спелости при отвальной с периодическим глубоким рыхлением основной обработке почвы. Минимальная высота растений, равная 260,9 см была на варианте безотвальной обработки почвы. Вариант рекомендуемой обработки почвы (контроль) занимал промежуточное положение.

Однако если рассматривать данный показатель на естественном фоне почвенного плодородия при нулевой обработке почвы, то здесь высота растений была наименьшей и составляла в среднем по вариантам опыта 194,5 см, что меньше на 66,4 см (34 %), чем при безотвальной обработке почвы, на 67,7 см (35 %) и на 68,8 см (35 %), чем при рекомендуемой и отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработках почвы соответственно.

Таблица 5 - Высота растений кукурузы в зависимости от приемов её возделывания, см (2005-2006 гг.)

| Способ основной обработки почвы | Плодородие почвы, удобрение, защита растений | Фаза роста и развития растений | | |
|---|--|--------------------------------|--------------|---------------------------|
| | | 7-8 листьев | выметывание | МОЛОЧНО-ВОСКОВАЯ СПЕЛОСТЬ |
| Безотвальный (Д ₁) | 000 | 52,4 | 222,1 | 252,2 |
| | 111 | 55,2 | 235,6 | 258,0 |
| | 222 | 60,3 | 252,0 | 265,5 |
| | 333 | 62,6 | 255,7 | 267,7 |
| | среднее | 57,6 | 241,4 | 260,9 |
| Рекомендуемый (Д ₂) | 000 (к) | 54,0 | 229,9 | 254,4 |
| | 111 | 55,4 | 239,9 | 258,7 |
| | 222 | 61,2 | 254,0 | 266,6 |
| | 333 | 63,7 | 258,0 | 268,9 |
| | среднее | 58,6 | 245,5 | 262,2 |
| Отвальный с периодически глубоким рыхлением (Д ₃) | 000 | 54,8 | 232,0 | 256,2 |
| | 111 | 56,0 | 242,1 | 259,6 |
| | 222 | 61,8 | 254,3 | 267,0 |
| | 333 | 65,8 | 261,6 | 270,5 |
| | среднее | 59,6 | 247,5 | 263,3 |
| Нулевой (Д ₀) | 000 (к) | 44,2 | 115,1 | 161,3 |
| | 002 | 49,6 | 138,0 | 175,4 |
| | 011 | 62,7 | 142,9 | 186,1 |
| | 020 | 69,6 | 167,4 | 198,0 |
| | 022 | 75,6 | 199,2 | 221,1 |
| | 033 | 82,7 | 216,7 | 224,8 |
| | среднее | 64,1 | 163,2 | 194,5 |

Интенсификация средств химизации земледелия (от 000 к 333) в среднем по обработкам почвы способствовала значительному увеличению данного показателя. Так, в фазе 7–8 листьев разница с контролем составила 1,8–10,3 см (3–19 %).

При нулевой обработке почвы повышение доз удобрений также способствовало увеличению высоты растений кукурузы. Так, применение минимальной дозы удобрений увеличивало данный показатель на 18,5 см (42 %), средней – на 28,4 см (64 %), высокой – на 38,5 см (87 %). Следует отметить, что при нулевой обработке почвы роль удобрений была значительно выше в увеличении данного показателя.

Аналогичная тенденция по всем вариантам опыта отмечалась до конца вегетации.

Фотосинтез – основная функция и главный процесс питания растений как автотрофных организмов. С этой позиции, следует увеличивать продуктивность растений, формировать оптимальный по размерам и длительности работы фотосинтетический аппарат, определяемый, в основном площадью листовой поверхности растений [7].

Для получения высоких урожаев зерна кукурузы необходимо создать наиболее благоприятную для конкретных условий величину площади листовой поверхности с оптимальным ходом её формирования и продолжительностью жизни листьев. Наличие оптимального количества жизнеспособных листьев и достаточно долгое их функционирование обеспечивает высокую продуктивность фотосинтеза, и как следствие, высокую урожайность [11]. Интенсивность и качество работы листьев зачастую зависят от внешних факторов, таких как водно-физические свойства почвы, воздушный и пищевой режимы, благоприятные температурные условия и другие. При этом уровень плодородия почвы и удобрения, которые часто находятся в недостатке, оказывают большое влияние на рост ассимиляционной поверхности. Так, в литературных данных есть мнение, что наиболее важным приемом увеличения площади листьев является применение удобрений [15].

В нашем опыте изучалось как последовательное повышение уровня плодородия почвы, увеличение доз удобрений, применение средств защи-

ты растений и различные способы основной обработки почвы влияли на площадь ассимиляционного аппарата кукурузы.

Как видно из таблицы 6 площадь листовой поверхности кукурузы на всех вариантах опыта в начале вегетации интенсивно нарастала и достигала максимальной величины к фазе выметывания. В этот период площадь листовой поверхности в среднем за годы исследований по вариантам опыта составляла 5210,1–7477,9 см²/растение. После выметывания началось естественное отмирание листьев и перераспределение пластических веществ из листьев и стебля в зерновку, поэтому площадь фотосинтезирующей поверхности стала сокращаться вплоть до полного отмирания листьев. К фазе молочно-восковой спелости она уменьшилась до 4926,0–6813,8 см² или на 487,5 см²/растение (8 %). Снижение было незначительным, поскольку, несмотря на повышенную среднесуточную температуру воздуха, осадков в оба исследуемых года выпало в июле больше среднемноголетней нормы, и растения легче переносили засуху.

Если рассматривать величину данного показателя в зависимости от способа основной обработки почвы, то следует отметить, что наибольшей она была при отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработке почвы и составляла в период максимального развития, т.е. в фазу выметывания в среднем по вариантам опыта 6550,1 см²/растение, что на 4 и 7 % больше, чем при рекомендуемой и безотвальной обработках почвы соответственно. Наибольшая разница была отмечена с нулевой обработкой почвы и составляла 3268,7 см²/растение (99,6 %), т.е. была в два раза больше в сравнении с нулевой обработкой почвы. Аналогичная тенденция прослеживалась до конца вегетации.

Таблица 6 - Площадь листьев кукурузы в зависимости от приемов её возделывания, см²/растение (2005–2006 гг.)

| Способ основной обработки почвы | Плодородие почвы, удобрение, защита растений | Фаза роста и развития растений | | | |
|---|--|--------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|
| | | 3-4 листа | 7-8 листьев | выметывание | молочно-восковая спелость |
| Безотвальный (Д ₁) | 000 | 49,8 | 459,1 | 5210,1 | 4926,0 |
| | 111 | 55,7 | 546,8 | 5802,4 | 5399,0 |
| | 222 | 66,1 | 660,1 | 6521,4 | 6116,1 |
| | 333 | 72,5 | 744,3 | 7026,1 | 6417,3 |
| Рекомендуемый (Д ₂) | 000 (к) | 51,2 | 480,1 | 5473,6 | 5197,2 |
| | 111 | 58,7 | 572,4 | 6002,6 | 5538,3 |
| | 222 | 69,4 | 662,4 | 6641,4 | 6141,6 |
| | 333 | 75,6 | 757,3 | 7156,8 | 6549,5 |
| Отвальный с периодически глубоким рыхлением (Д ₃) | 000 | 53,9 | 523,9 | 5772,1 | 5292,6 |
| | 111 | 59,5 | 582,0 | 6044,8 | 5623,0 |
| | 222 | 72,1 | 686,9 | 6905,5 | 6170,2 |
| | 333 | 77,8 | 858,5 | 7477,9 | 6813,8 |
| Нулевой (Д ₀) | 000 (к) | 39,1 | 534,7 | 2326,9 | 2574,3 |
| | 002 | 47,9 | 601,9 | 2613,4 | 2809,0 |
| | 011 | 51,6 | 745,0 | 2492,8 | 3019,8 |
| | 020 | 55,2 | 819,4 | 3352,6 | 3098,1 |
| | 022 | 48,3 | 975,6 | 3817,6 | 3539,1 |
| | 033 | 58,7 | 1126,6 | 5085,0 | 4741,7 |

В нашем опыте, как отдельно по годам, так и в среднем за 2005–2006 гг. минимальная площадь листьев была на вариантах экстенсивной технологии (000) на всех способах основной обработки почвы. В период максимального развития ассимиляционной поверхности листьев, т.е. в фазу выметывания на данных вариантах она равнялась 49,8–53,9 см²/растение. Ин-

тенсификация средств химизации земледелия способствовала значительному увеличению ассимиляционной поверхности во все сроки её определения независимо от погодных условий. Так, в фазу выметывания максимальное превышение этого показателя над контролем было отмечено на варианте 333 (интенсивная технология) и составляло в среднем по обработкам почвы $1735,0 \text{ см}^2/\text{растение}$ (32 %). Аналогичная тенденция была отмечена в течение всей вегетации.

Однако большая роль удобрений отмечена при нулевой обработке почвы. Так, применение средней и высокой норм удобрений увеличивало данный показатель на 54–119 %, по сравнению с контролем.

Основным показателем, определяющим уровень урожайности кукурузы, является индивидуальная продуктивность растений, а также элементы его структуры.

Изучение структуры урожая в связи с условиями выращивания позволяет вскрыть слабые звенья в используемой системе агротехнических мероприятий, с тем, чтобы постоянно совершенствовать их, в наибольшей мере используя природные условия и приемы возделывания для получения высокого урожая, придавая ему нужную структуру.

Рост растительного организма связан с потреблением больших количеств синтезируемого растением органического вещества, поэтому во время интенсивного роста происходит быстрое опорожнение фотосинтезирующих клеток, усиленный отток синтезируемого вещества к растущим органам, а это является одним из важных условий интенсивного фотосинтеза. Таким образом, все факторы, способствующие усилению ростовых процессов (оптимальные условия увлажнения, минерального и углеродного питания, аэрации почвы и др.), обуславливают повышение интенсивности фотосинтеза и увеличение общей продуктивности растения. Однако если усиленный рост в длину листьев и стеблей вызвать затенением растений (например, при излишне большой густоте их стояния), то в связи с по-

нижением интенсивности фотосинтеза общая продуктивность растения будет снижаться.

Густота стояния растений является важным фактором формирования урожая.

В среднем за годы исследований в нашем опыте густота стояния растений кукурузы в начале вегетации варьировала по вариантам опыта от 52,9 до 63,6 тыс. растений на 1 га, при среднем значении её в опыте 58,1 тыс./га. К концу вегетации она снижалась до 50,7–59,1 тыс./га или на 4–8 %.

На естественном фоне почвенного плодородия при нулевой обработке почвы в среднем по вариантам опыта густота стояния растений в начале вегетации составляла 61,4 тыс./га, к концу вегетации она снизилась до 59,1 тыс. или на 2,3 тыс./га (4 %). Несколько большая густота стояния растений при нулевой обработке почвы объясняется тем, что посев здесь проводился сеялкой пневматической точного высева ЕД-301(таблица 7).

В среднем за 2005–2006 гг. масса зерна с початка колебалась по вариантам опыта - от 147,6 до 210,6 г; масса зерна с растения - от 153,9 до 220,9 г; масса 1000 зерен - от 321 до 414 г.

Наибольшими элементы структуры урожая были при отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработке почвы. Так, в среднем по вариантам опыта масса зерна с початка составляла 180,7 г, масса зерна с растения – 189,3 г и масса 1000 зерен – 366 г, что на 1–3 % больше, чем при рекомендуемой и безотвальной обработках почвы соответственно.

Наименьшими данные показатели получены при нулевой обработке почвы и были меньше, чем при отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработке почвы соответственно в 2,8, 2,9 и 1,25 раза.

Таблица 7 - Структура урожая кукурузы в зависимости от приемов её возделывания, 2005-2006 гг.

| Способ основной обработки почвы | Плодородие почвы, удобрение, защита растений | Густота стояния растений в начале вегетации, тыс. шт./га | Густота стояния растений в конце вегетации, тыс. шт./га | Масса зерна с початка, г | Масса зерна с растения, г | Масса 1000 зерен, г |
|---|--|--|---|--------------------------|---------------------------|---------------------|
| Безотвальный (Д ₁) | 000 | 52,9 | 50,7 | 147,6 | 153,9 | 321 |
| | 111 | 55,7 | 51,8 | 166,7 | 174,5 | 342 |
| | 222 | 60,1 | 55,8 | 183,6 | 192,2 | 366 |
| | 333 | 62,2 | 58,3 | 202,9 | 212,7 | 399 |
| | х | 57,7 | 54,2 | 175,2 | 183,3 | 357 |
| Рекомендуемый (Д ₂) | 000 (к) | 53,2 | 51,5 | 156,8 | 164,2 | 328 |
| | 111 | 56,6 | 51,9 | 167,0 | 174,9 | 345 |
| | 222 | 60,2 | 56,0 | 183,8 | 192,4 | 366 |
| | 333 | 62,5 | 58,8 | 208,0 | 218,3 | 409 |
| | х | 58,1 | 54,6 | 178,9 | 187,5 | 362 |
| Отвальный с периодически глубоким рыхлением (Д ₃) | 000 | 53,2 | 51,5 | 160,7 | 168,2 | 335 |
| | 111 | 56,6 | 52,4 | 167,4 | 175,4 | 349 |
| | 222 | 60,3 | 56,1 | 184,2 | 192,8 | 367 |
| | 333 | 63,6 | 59,1 | 210,6 | 220,9 | 414 |
| | х | 58,4 | 54,8 | 180,7 | 189,3 | 366 |
| Нулевой (Д ₀) | 000 (к) | 60,8 | 60,0 | 31,4 | 31,2 | 263 |
| | 002 | 63,9 | 61,3 | 39,6 | 40,8 | 279 |
| | 011 | 60,4 | 55,7 | 58,0 | 60,2 | 293 |
| | 020 | 61,2 | 56,8 | 72,9 | 79,5 | 304 |
| | 022 | 60,0 | 59,4 | 86,8 | 89,6 | 312 |
| | 033 | 61,8 | 61,5 | 91,4 | 93,8 | 329 |
| | среднее | 61,4 | 59,1 | 63,4 | 65,9 | 297 |

Последовательное увеличение плодородия почвы до высокого уровня, применение высокой дозы удобрений и интегрированной системы за-

щиты растений от сорняков, вредителей и болезней способствовало формированию большей массы зерна с початка на 52,2 г (34 %), массы зерна с растения на 55,2 г (34 %), массы 1000 зерен на 79 г (24 %), по сравнению с контролем.

Применение удобрений на естественном фоне почвенного плодородия также способствовало увеличению элементов структуры урожая, однако со значительно меньшими значениями. Так, превышение над контролем по варианту интенсивной технологии (033) соответственно показателям составило – 2,9; 3,0 и 1,25 раза.

Урожайность кукурузы находится в прямой зависимости от факторов жизни растения, которые по своей роли равнозначны и незаменимы. Под факторами жизни растения понимаются условия внешней среды, складывающиеся в течение вегетационного периода. Только полное обеспечение питанием, водой и светом дает возможность получать высокие урожаи.

В среднем за 2005–2006 гг. колебания урожайности зерна по вариантам опыта составляли 50,1–98,1 ц с га, при средней урожайности в опыте – 75,0 ц с га (таблица 8).

Способы основной обработки почвы оказывали определенное влияние на урожайность зерна кукурузы. Так, наибольшей урожайность зерна была при отвальной с периодическим глубоким рыхлением обработке почвы и составила в среднем по вариантам опыта 76,9 ц/га, что на 2 % и 6 % больше, чем при рекомендуемой и безотвальной обработке почвы соответственно.

Однако наименьшей урожайность зерна кукурузы была на фоне естественного почвенного плодородия при нулевой обработке почвы и составила в среднем по вариантам опыта 32,8 ц/га, что в 2,2–2,3 раза меньше, чем при других изучаемых способах основной обработке почвы.

Таблица 8 – Урожайность зерна кукурузы в зависимости от приемов ее возделывания, ц/га

| Способ основной обработки почвы | Плодородие почвы, удобрения, защита растений | Урожайность зерна, ц/га | | |
|--|--|-------------------------|-------------|--------------------------|
| | | 2005 г. | 2006 г. | Среднее за 2005-2006 гг. |
| Безотвальная (Д ₁) | 000 | 50,4 | 49,7 | 50,1 |
| | 111 | 66,6 | 65,7 | 66,2 |
| | 222 | 84,8 | 76,0 | 80,4 |
| | 333 | 97,4 | 89,8 | 93,6 |
| | среднее | 74,8 | 70,3 | 72,6 |
| Рекомендуемая (Д ₂) | 000 (к) | 55,0 | 59,9 | 57,5 |
| | 111 | 69,5 | 67,0 | 68,3 |
| | 222 | 85,4 | 76,6 | 81,0 |
| | 333 | 98,1 | 91,6 | 94,9 |
| | среднее | 77,0 | 73,8 | 75,4 |
| Отвальная на фоне глубокого рыхления (Д ₃) | 000 | 57,5 | 61,3 | 59,4 |
| | 111 | 70,1 | 67,6 | 68,9 |
| | 222 | 85,8 | 76,7 | 81,3 |
| | 333 | 101,9 | 94,2 | 98,1 |
| | среднее | 78,8 | 75,0 | 76,9 |
| среднее | | 76,9 | 73,0 | 75,0 |
| Нулевой (Д ₀) | 000 (к) | 17,1 | 22,3 | 19,7 |
| | 002 | 22,2 | 23,3 | 22,8 |
| | 011 | 32,1 | 25,5 | 28,8 |
| | 020 | 42,5 | 28,6 | 35,6 |
| | 022 | 47,2 | 37,2 | 42,2 |
| | 033 | 52,5 | 43,0 | 47,8 |
| | среднее | 35,6 | 30,0 | 32,8 |
| | среднее | 63,1 | 58,7 | 60,9 |
| | НСР _{0,5} | 2,98 | 2,17 | |

Отмечено, что последовательное повышение уровня почвенного плодородия и доз удобрений приводило к увеличению урожая зерна куку-

рузы. Так, при среднем уровне почвенного плодородия, применении био-защиты от болезней и вредителей и минимальной дозе удобрений (вариант 111–беспестицидная технология) в среднем по обработкам почвы получена прибавка урожая 22 %, по сравнению с контролем. При повышении уровня плодородия почвы, применении средней дозы удобрений и химической системы защиты растений от сорняков (вариант 222–экологически допустимая технология) эта разница составила 45 %. Внесение в три раза большего количества удобрений на фоне высокого плодородия почвы и применения интегрированной системы защиты растений от сорняков, вредителей и болезней (вариант 333–интенсивная технология) способствовало получению прибавки урожая зерна в 71 %.

На фоне естественного уровня почвенного плодородия при нулевой обработке почвы последовательное увеличение доз вносимых удобрений также оказывало влияние на урожайность зерна кукурузы. Применение минимальной дозы обеспечивало прибавку урожая в 46 %, средней – в 97 %, высокой – в 143 %, по сравнению с контролем.

Математическая обработка данных методом дисперсионного анализа показала достоверную прибавку урожая по всем вариантам опыта.

Таким образом, проведенные нами исследования в стационарном многофакторном опыте показали, что интенсификация приемов возделывания кукурузы существенно и достоверно влияет на урожайность зерна данной культуры. Это дает возможность создать на поле оптимальные агроэкологические условия на всем протяжении вегетации растений, планировать её продуктивность, вносить изменения в технологию её возделывания в зависимости от уровня плодородия почвы и других факторов, складывающихся в различных условиях её выращивания, с тем, чтобы в значительной мере учитывать существенное влияние погодных условий и регулярно получать высокие урожаи зерна кукурузы.

Литература

1. Азаров, В.Б. Выбор технологии возделывания кукурузы на силос в ЦЧЗ / В.Б. Азаров [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2004. - № 1. – С. 19-21.
2. Бабков, М.А. Неотложная задача кукурузоводов / М.А. Бабков // Кукуруза и сорго. -1988. - № 3. - С. 2-5.
3. Бардак, Н.И. Урожайность зерна кукурузы на слитых черноземах в зависимости от способов основной обработки почвы / Н.И. Бардак // Тр. / КСХИ. – 1982. – Вып. 208(236). – С. 98-101.
4. Васютин, М.М. Влияние минимализации обработки почвы на условия произрастания кукурузы и урожай зерна на выщелоченном черноземе центральной зоны Краснодарского края / М.М. Васютин [и др.] // Тр. / КНИИСХ. – 1981. – Вып. 24. – С. 71-81.
5. Веретельников, В.П. Агротехнические приемы и засоренность посевов / В.П. Веретельников [и др.] // Защита растений. – 1991. - № 10. – С. 17.
6. Гогмачадзе, Г.Д. Формирование урожая кукурузы при прямом посеве на бурых лесных почвах / Г.Д. Гогмачадзе // Зерновые культуры. – 1996. - № 4. – С. 22-23.
7. Гуляев, Б.И. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений / Б.И. Гуляев, И.И. Рожко, А.Д. Рогаченко. – Киев: Наукова думка, 1989. - 151 с.
8. Жуков, Н.И. Бари налаживает производство / Н.И. Жуков // Кукуруза и сорго. - 1994. - № 2. - С. 2-3.
9. Ивойлов, А.В. Изменение агрохимических свойств чернозема выщелоченного тяжелосуглинистого под влиянием удобрений и различных способов основной обработки почвы / А.В. Ивойлов // Агрохимия. – 1992. - № 4. – С. 64-68.
10. Кутилкин, В.Г. Совершенствование технологии возделывания кукурузы на силос / В.Г. Кутилкин // Земледелие. – 2006. - № 3. – С. 34-35.
11. Макаров, В.И. Управление фотосинтетической деятельностью посевов / В.И. Макаров, В.В. Коломейченко // Земледелие. - 1989. - № 12. - С. 14-17.
12. Медведев, В.В. Эффективность нулевой обработки почвы с применением гербицидов Раундап и Харнес / В.В. Медведев [и др.] // Земледелие. – 1999. - № 2. – С. 32-33.
13. Мешкова, А.И. Продуктивность кукурузы в зависимости от разноглубинной основной обработки почвы, основного удобрения и 2,4-Д / А.И. Мешкова, М.М. Баркинхоев // Тр. / КСХИ. – 1974. – Вып. 93(121). – С. 13-18.
14. Павлов, А.Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы / А.Н. Павлов. - М.: Наука, 1967.- 339 с.
15. Синягин, И.И. Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве / И.И. Синягин. - М.: Колос, 1970. - 320 с.
16. Сиротенко, Н.Н. Глубина и способы обработки почвы под кукурузу в пожнивных и поукосных посевах на выщелоченном слитом черноземе Западного Предкавказья / Н.Н. Сиротенко, В.П. Матвиенко // Тр. / КубГАУ. – 1993. – Вып. 355(363). – С. 55-60.
17. Сысенко, И.С. Продуктивность кукурузы в зависимости от системы обработки почвы, удобрений и защиты растений на выщелоченном черноземе Западного Предкавказья : дис. канд. с.-х. наук / И.С. Сысенко; КубГАУ. – Краснодар, 1998. – 229 с.
18. Царичанский, А.П. Влияние приемов основной и предпосевной обработки почвы на продуктивность кукурузы / А.П. Царичанский [и др.] // Тр. / КубГАУ. – 1991. – Вып. 320(348). – С. 74-80.
19. Царичанский, А.П. Система основной обработки почвы под кукурузу на лугово-черноземных почвах Кубани / А.П. Царичанский // Тр. / КСХИ. – 1995. – Вып. 344(372). – С. 23-28.
20. Черкасов, Г.Н. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2006. - № 6. – С. 20-22.