

УДК 633.15:631.559:632.931.1:631.51(470.630)

UDC 633.15:631.559:632.931.1:631.51(470.630)

**ОСОБЕННОСТИ РОСТА, РАЗВИТИЯ И  
ФОРМИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ  
РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ  
ОТ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И  
ГЕРБИЦИДОВ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ**

**CHARACTERISTICS OF THE GROWTH,  
DEVELOPMENT AND FORMATION OF CORN  
PLANT PRODUCTIVITY IN RELATION TO  
THE MAIN SOIL TREATMENT AND  
HERBICIDES IN STAVROPOL TERRITORY**

Кравченко Роман Викторович,  
д. с.-х.н., доцент  
*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

Kravchenko Roman Viktorovich,  
Dr. Sci. (Agr.), Ph.D  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

В статье дан обзор результатов изучения роста и развития растений кукурузы, а также особенности формирования продуктивности среднеспелого гибрида кукурузы Валентин в зависимости от варианта основной обработки почвы (совместно Харнеса с Луварамом и Титуса с Хармони) в условиях зоны достаточного увлажнения Центрального Предкавказья.

In article the review of results of studying plant growth and development of maize, as well as features of the formation productivity of mid-season hybrid of corn Valentin depending on the variant of primary tillage (in common Harnes with Luvaram and Titus with Harmony) under conditions of sufficient moisture zone of the Central Ciscaucasia is given.

Ключевые слова: КУКУРУЗА, РОСТ, РАЗВИТИЕ, ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ, ГЕРБИЦИДЫ ХАРНЕС, ЛУВАРАМ, ТИТУС, ХАРМОНИ.

Keywords: CORN, GROWTH, DEVELOPMENT, THE BASIC PROCESSING OF SOIL, HERBICIDES HARNES, LUVARAM, TITUS, HARMONI.

Важнейшие биологические особенности кукурузы – широкая генетическая изменчивость и высокая экологическая пластичность – обеспечивают её адаптацию в широком диапазоне внешних условий [9 – 11, 18]. Благодаря высокой биологической приспособляемости, кукуруза способна нормально развиваться в различных агроклиматических зонах [14]. Поэтому биологические требования кукурузы могут колебаться с большой амплитудой, обусловленной варьированием комплекса взаимосвязанных биохимических, физиологических, морфологических и других признаков [19].

Помимо этого, кукуруза обладает высокой продуктивностью, которая обусловлена физиологией фотосинтеза, большой площадью листьев, а также высокой плотностью проводящей сети в них. Кукуруза относится к немногочисленной группе культур (в основном тропического происхождения), осуществляющих ассимиляцию углекислоты в процессе фотосинтеза по эффективной с энергетической точки зрения схеме C4 [17]. Это дает ей ряд существенных преимуществ в формировании урожая. По

данным Б.И. Гуляева с коллегами, кукуруза обладает повышенным КПД ФАР (0,4...1,1 % по сравнению с 0,2...0,5 % у пшеницы) и приростом биомассы 50...54 г/м<sup>2</sup> в сутки, в то время как у растений группы С 3 лишь 34...39 г/м<sup>2</sup> [15]. Высокий коэффициент поглощения энергии солнечной радиации обеспечивается еще и тем, что листья растений кукурузы содержат значительно большее по сравнению с другими культурами количество хлорофилла [4]. Это способствует созданию за короткие сроки высокого урожая, что обуславливает требовательность кукурузы к условиям освещенности. Оптимум составляет 27...32 люкс при продолжительности светового дня около 12 – 14 часов [3].

А, как известно, сорная растительность может существенно затенять посеы кукурузы в начальной стадии развития [5, 6]. В связи с этим, система борьбы с сорняками в технологии возделывания кукурузы весьма актуальна [8]. Основными элементами данной системы являются гербициды и основная обработка почвы [2, 13]. Применение гербицидов способствует уничтожению до 80 – 95 % однолетних сорняков. В отношении же многолетних корнеотпрысковых сорняков более эффективно проводить глубокую зяблевую вспашку [12]. Но при этом не надо забывать, что отвальная вспашка является самой энергоемкой операцией при возделывании сельскохозяйственных культур – до 40 % энергетических и 25 % трудовых затрат. Поэтому необходим комплексный подход в разумном сочетании вариантов основной обработки почвы и применения гербицидов [7, 9].

Также, для полного и экономически эффективного использования кукурузы её необходимо возделывать по обоснованной технологии, для чего, в свою очередь, надо знать её биологические особенности и основные требования к условиям произрастания [16]. Наилучший подход к тем или иным агроприемам в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий и экологических требований может быть обеспечен при

рациональном использовании факторов внешней среды. Определить это возможно в полевых исследованиях, основополагающей составной частью которых являются фенологические наблюдения. Они дают материал для всестороннего анализа взаимосвязи урожайности культуры с климатическими и агротехническими факторами, а также с периодичностью роста и развития растений. Здесь для более полной реализации растениями своего продуктивного потенциала имеет значение своевременность развития растений. Если по каким-то причинам на определенном этапе органогенеза нарушены процессы развития растений, то затрудняется наступление следующей фазы и возникшие нарушения лавинообразно отражаются на последующем развитии организма в целом. Помимо этого, проведение фенологических наблюдений обеспечивает установление фаз развития растений, продолжительность межфазных периодов и всего вегетационного периода, который в отношении кукурузы является важным признаком, во многом определяющим уровень её продуктивности [9, 10].

Полевые опыты были проведены на базе Всероссийского НИИ кукурузы, расположенного в южной части Ставропольского края в 30 км от г. Пятигорска (зона достаточного увлажнения). За год здесь выпадает от 500 до 600 мм осадков, за период вегетации кукурузы 375 мм, гидротермический коэффициент колеблется от 1,1 до 1,3. По теплообеспеченности лета с суммой температур выше +10 °С равной 2800...3000 °С и суровости зимы район относится к очень теплomu с умеренно мягкой зимой.

Почвенный покров опытного участка ВНИИК представлен черноземом обыкновенным карбонатным мощным тяжелосуглинистым [1].

Агротехника закладки и проведения опытов соответствовала данной зоне и культуре. Предшественник – озимая пшеница.

Двухфакторная схема опыта предусматривала изучение минимализации основной обработки почвы как самого энергозатратного элемента технологии возделывания кукурузы на различных гербицидных фонах. Фактор А – основная обработка почвы: а) вспашка отвальная осенью (ПН-5-35) на 27...30 см – контроль; б) глубокая культивация весной (КТС-10) на 14...16 см; в) минимальная обработка осенью (КПЭ-3,8) на 14...16 см. Фактор В – гербициды: а) без гербицидов – контроль; б) Харнес (3,0 л/га) до всходов + Луварам (1,5 л/га) в фазе 3 – 5 листьев; в) Титус (40 г/га) + Хармони (7 г/га) – баковая смесь в фазе 3 – 5 листьев. Испытания проводили на среднеспелом гибриде кукурузы Валентин. Общая площадь делянки в опытах – 63 м<sup>2</sup>, учетная – 21 м<sup>2</sup>, повторность 4-х кратная. Опыты закладывали методом организованных повторений с рендомизированным размещением делянок.

Проведенные фенологические наблюдения показали, что появление всходов не зависело от способа основной обработки почвы (табл. 1).

**Таблица 1 – Даты наступления основных фаз развития растений кукурузы в зависимости от основной обработки почвы и применения гербицидов**

Основная обработка почвы	Гербициды	Посев	Фаза развития растений		
			всходы	цветение метелки	полная спелость
Отвальная вспашка	контроль (б/герб)	03 - 05.05	18 - 22.05	19 - 23.07	21.09
	Харнес, Луварам	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 20.07	18 - 21.09
	Титус +Хармони	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 21.07	19 -21.09
Минимальная осенью	контроль (б/герб)	03 - 05.05	18 - 22.05	19 - 23.07	21 - 22.09
	Харнес, Луварам	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 20.07	20 - 21.09
	Титус +Хармони	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 21.07	21.09
Минимальная весной	контроль (б/герб)	03 - 05.05	18 - 22.05	19 - 23.07	21 - 25.09
	Харнес, Луварам	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 20.07	20 - 23.09
	Титус +Хармони	03 - 05.05	18 - 22.05	18 - 21.07	21 - 23.09

Это же можно отметить и в отношении наступления фазы цветения. Зато увеличение численности сорной растительности в соответствующих вариантах на определённом этапе развития растений кукурузы приводило к задержке их развития.

В варианте без применения гербицидов минимизация основной обработки почвы приводила в отдельные годы к более позднему (на 1 – 4 суток) наступлению фазы полной спелости растений кукурузы.

Более контрастные результаты в отношении засоренности посевов были по вариантам применения гербицидов. Отмечено запаздывание развития растений кукурузы на контроле на момент их цветения на 1 – 5 суток. К уборке данное положение несколько сглаживается и полная спелость у растений при применении гербицидов наступает лишь на 1 – 3 суток раньше, чем в варианте без применения гербицидов.

Данные зависимости в датах наступления основных фаз развития растений кукурузы отразились в их продолжительности. То есть, развитие растений кукурузы до наступления фазы цветения не зависит от основной обработки почвы, а применение гербицидов и, как следствие, очищение посевов от сорняков приводит к сокращению продолжительности межфазного периода «всходы – цветение» на 2 – 4 суток (табл. 2). Связано это с тем, что растения кукурузы на начальных этапах своего развития растут медленно и потому сильно страдают от недостатка света при затенении их сорняками.

**Таблица 2 – Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на продолжительность основных межфазных периодов развития растений кукурузы, сутки**

Основная обработка почвы	Гербицид	Продолжительность периодов развития			
		посев - всходы	всходы - цветение	цветение - полная спелость	всходы - полная спелость
Отвальная вспашка	контроль (б/герб)	17	62	65	127
	Харнес, Луварам	17	59	66	125
	Титус +Хармони	17	60	66	126
Мини-мальня осенью	контроль (б/герб)	17	63	65	128
	Харнес, Луварам	17	59	67	126
	Титус +Хармони	17	60	67	127
Мини-мальня весной	контроль (б/герб)	17	63	66	129
	Харнес, Луварам	17	59	68	127
	Титус +Хармони	17	60	67	127

Во второй период своего развития кукуруза, как высокорослое растение, в этом отношении более конкурентоспособно и применение агротехнических мер, направленных на очищение её посевов от сорной растительности, улучшают условия произрастания и увеличивают продолжительность межфазного периода «цветение – полная спелость на 1 – 2 суток. В итоге продолжительность периода вегетации растений кукурузы по вариантам сглаживается и минимизация основной обработки почвы, а также не применение химических средств защиты от сорной растительности приводит к её увеличению только 1 – 2 суток.

Согласно биометрическим измерениям в варианте без применения гербицидов минимизация основной обработки почвы приводила к снижению высоты растений кукурузы на 4 см при проведении её осенью и

на 9 см – весной (табл. 3). Связано это с увеличением численности и массы сорной растительности в изучаемых вариантах.

**Таблица 3 - Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на высоту растений кукурузы, см**

Основная обработка почвы	Гербициды			Средняя
	контроль (без гербицидов)	Харнес, Луварам	Титус+ Хармони	
Вспашка	233	239	234	235
Минимальная осенью	229	239	228	232
Минимальная весной	224	231	228	228
Среднее	229	236	230	232

К снижению высоты растений кукурузы на 6 см приводила минимизация основной обработки почвы не зависимо от времени её проведения на варианте с однократным внесением баковой смеси Титуса и Хармони.

При двукратном опрыскивании посевов кукурузы гербицидами (Харнес, Луварам) осенняя основная минимальная обработка почвы не приводила к снижению данного показателя, а при весеннем её проведении способствовала снижению высоты растений на 8 см.

В среднем по опыту переход от вспашки к минимальным основным обработкам почвы приводил к уменьшению высоты растений кукурузы при осеннем её проведении на 3 см и на 7 см – при весеннем. Использование в системе защиты растений от сорняков почвенных и страховых гербицидов (Харнес, Луварам) было эффективно по всем

вариантам основной обработки почв, страховых гербицидов – только при весенней обработке.

Таким образом, агротехнические приёмы, способствующие снижению численности сорной растительности, обеспечивают увеличение высоты растений кукурузы. Минимизацию обработки почвы необходимо проводить своевременно осенью на фоне двукратного применения гербицидов в вегетацию кукурузы.

Рост урожайности является следствием изменения того или иного элемента, составляющего её структуру, или их совокупности. Познания закономерностей формирования урожая, изучение структуры урожая в связи с условиями выращивания позволяют вскрыть слабые звенья в принятой системе агротехнических мероприятий, постоянно совершенствовать технологию возделывания, в наибольшей мере используя природные условия для получения высокого урожая, активно формировать урожай, придавая ему нужную структуру. Основными элементами структуры урожая являются масса 1000 зерен, число зёрен в початке, масса зерна с початка.

В наших исследованиях выявлено положительное влияние применения гербицидов на основные показатели структуры урожая зерна кукурузы (табл. 4). Однократное внесение баковой смеси Титуса и Хармони в фазу 4-х листьев кукурузы увеличивало длину початка на 6,2 % при вспашке и на 12,5 % – при осенней минимальной основной обработке почвы. Использование гербицидов Харнеса с Луварамом обеспечило рост данного показателя на 12,0 и 17,6 %, соответственно.



**Таблица 4 – Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на основные хозяйственно ценные признаки кукурузы**

Основная обработка почвы	Гербициды	Длина початка, см	Число зёрен в початке, шт.	Масса зерна с початка, г	M <sub>1000</sub> , г
Вспашка	контроль (б/герб)	15	434	109	253
	Харнес, Луварам	17	434	135	310
	Титус+Хармони	16	436	124	293
Мини-мальняя осень	контроль (б/герб)	14	444	110	246
	Харнес, Луварам	17	444	142	320
	Титус+Хармони	16	442	127	286
Мини-мальняя весной	контроль (б/герб)	15	437	114	261
	Харнес, Луварам	17	440	133	303
	Титус+Хармони	16	440	120	274

Масса зерна с початка в среднем по всем вариантам основной обработки почвы в варианте с применением Титуса с Хармони увеличивалась на 10,5 % и в варианте с внесением Харнеса и Луварама на 18,7 %. Масса 1000 зёрен при этом возрастала, соответственно, на 11,6 и 18,6 %.

На показатели других элементов структуры урожая зерна кукурузы, таких как «число зёрен в початке», «выход зерна с початка» и «влажность зерна» изучаемые варианты влияния не оказали. Также не выявлено существенного влияния вариантов основной обработки почвы на показатели структуры урожая зерна кукурузы.

Все вышеперечисленные тенденции и выявленные закономерности в полной мере проявились и при анализе урожайности зерна, который

показал, что в условиях зоны достаточного увлажнения минимизация основной обработки почвы без использования гербицидов приводит к снижению урожая зерна кукурузы по сравнению со вспашкой на 4,7 и 6,9 %, соответственно (табл. 5). При применении гербицидов Харнеса и Луварама разница в урожайности по вариантам основной обработки почвы находится в пределах ошибки опыта и потому не существенна.

**Таблица 5 – Влияние основной обработки почвы и применения гербицидов на урожайность зерна кукурузы гибрида Валентин**

Основная обработка почвы, фактор А (НСР <sub>05</sub> = 0,28)	Гербицид, фактор В (НСР <sub>05</sub> = 0,24)			Среднее
	контроль (б/герб)	Харнес, Луварам	Титус + Хармони	
Отвальная вспашка	4,92	5,97	5,63	5,51
Минимальная осенью	4,58	6,05	5,45	5,36
Минимальная весной	4,69	5,75	5,27	5,24
Среднее	4,73	5,92	5,45	5,37
S <sub>x</sub> , %				1,91
НСР <sub>05</sub> , т/га				0,33

Применение только страховых гербицидов (Титус + Хармони) способствовало сохранению урожайности в варианте с осенней основной поверхностной обработкой почвы по сравнению со вспашкой, в то время как весеннее её проведение приводило к снижению урожайности на 0,36 т/га (на 6,4 %), а по отношению к варианту со вспашкой без применения гербицидов, наоборот – к повышению урожая зерна на 0,35 т/га (на 6,6 %). В среднем, по всем вариантам основной обработки почвы использование Харнеса с Луварамом давало прибавку урожая зерна в 1,19 т/га (20,1 %), а баковой смеси Титуса с Хармони – в 0,72 т/га (13,2 %).

Максимальный урожай зерна кукурузы отмечен в варианте с внесением Харнеса и Луварамы при осенней основной обработке почвы: прибавка по отношению к контролю (вспашка без применения гербицидов) составляла 1,13 т/га или 18,7 %.

#### Библиографический список

1. Антыков, А.Л. Почвы Ставрополя и их плодородие / А.Л. Антыков, А.Л. Стомарев. – Ставрополь, 1970. – 416 с.
2. Будков, С.В. Роль адаптивных технологий при возделывании различных гибридов кукурузы / С.В. Будков, Р.В. Кравченко // Молодые аграрии Ставрополя : сб. науч. тр. по матер. 69-й науч.-практ. студ. конф., посвящ. 75-летию СтГАУ / СтГАУ (Ставрополь, 2005). – Ставрополь : Изд-во «АГРУС», 2006. – С. 16 – 19.
3. Иванова, И.В. Структурно-анатомические особенности растений двух генотипов кукурузы в связи с адаптацией к условиям освещенности : автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.В. Иванова. – М., 1993. – 22 с.
4. Каюмов, М.К. Кукуруза / М.К. Каюмов // Программирование продуктивности полевых культур : справочник. – М. : Россельхозиздат, 1989. – С. 165 – 234.
5. Кравченко, Р.В. Эффективность гербицидов на фоне поверхностной обработки почвы / Р.В. Кравченко, Р.А. Верховский // Актуальные проблемы растениеводства юга России : сб. науч. тр. по матер. 68-й науч. – практ. конф. / СтГАУ – Ставрополь : «АГРУС», 2004. – С. 144 – 147.
6. Кравченко, Р.В. Влияние гербицидов на засоренность посевов кукурузы и ее урожайность на фоне различной основной обработки почвы / Р.В. Кравченко // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современном земледелии : сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч. – практ. конф. / СтГАУ – Ставрополь : «АГРУС», 2004. – С. 222 – 225.
7. Кравченко, Р.В. Комплексное применение агрохимикатов в технологиях различной интенсивности при возделывании кукурузы на зерно / Р.В. Кравченко // Интегрированная защита сельскохозяйственных культур и фитосанитарный мониторинг в современном земледелии : сб. науч. тр. по матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2004. – С. 226 – 229.
8. Кравченко, Р.В. Применение гербицидов на фоне минимализации основной обработки почвы при возделывании кукурузы на зерно / Р.В. Кравченко, В.И. Прохода // Земледелие, 2008. – № 8. – С. 41 – 42.
9. Кравченко, Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.
10. Кравченко, Р.В. Научное обоснование ресурсо-энергосберегающих технологий выращивания кукурузы (*Zea mays* L.) в условиях степной зоны Центрального Предкавказья : автореф. дисс. ... д.с.-х.н. / Р. В. Кравченко. – М., 2010. – 45 с.
11. Кравченко, Р.В. Адаптивность и стабильность проявления урожайных свойств гибридов кукурузы на фоне антропогенных факторов / Р.В. Кравченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – № 03 (77). – Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/08.pdf>
12. Степанова, Н.Ю. Разработка элементов безгербицидной технологии возделывания гибридов кукурузы / Н.Ю. Степанова, О.В. Тронева, В.И. Прохода, Р.В. Кравченко //

Образование. Наука. Производство – 2009 : сб. науч. статей по мат. студ. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2009. – С. 114 – 115.

13. Тихоненко, К.А. Возделывание гибридов кукурузы краснодарской селекции по технологиям различной интенсивности в зоне достаточного увлажнения / К.А. Тихоненко, С.В. Будков, В.Н. Борисенко, М.А. Шевченко, А.В. Воскобойников, Р.В. Кравченко // Наука и молодежь: новые идеи и решения : сб. науч. тр. по матер. 70-й науч.-практ. студ. конф. СтГАУ (Ставрополь, 2006) // СтГАУ – Ставрополь. – 2007. – С. 123 – 126.

14. Тронева, О.В. Продуктивность гибридов кукурузы в условиях различных агроклиматических зон Ставропольского края / О.В. Тронева, В.И. Прохода Р.В. Кравченко // Сб. науч. ст. по матер. Междунар. научн. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 145-летию академии им. К.А. Тимирязева. – М., 2010. – С. 127 – 131.

15. Фотосинтез, продукционный процесс и продуктивность растений / Б.И. Гуляев [и др.]. – Киев : Наукова думка, 1989. – 152 с.

16. Фролов, С.А. Формирование урожая зерна кукурузы в Краснодарском крае и республике Адыгея в зависимости от условий и приемов выращивания : автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / С.А. Фролов. – Краснодар, 1993. – 43 с.

17. Шпаар, Д. Кукуруза / Д. Шпаар [и др.]. – Минск : ФУАинформ, 1999. – 192 с.

18. Чирков, Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы / Ю.И. Чирков. – Л. : Гидрометеиздат, 1969. – 252 с.

19. Francis A. The iripsacinae: an interdisciplinary review of maize (*Zea mays*) and its relatives / A. Francis. – Helsinki, 1990. – 51 p.