

УДК 633.15 : 631.1 (003.13)

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕР И ГЕРБИЦИДОВ ПРОТИВ СОРНЯКОВ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЕ БЕЛАРУСИ

Д. Н. Володькин, М. М. Мелешкевич, А. Н. Зеления

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 222160,

г. Жодино, ул. Тимирязева, 1)

Ключевые слова: кукуруза, междурядная обработка, гербицид, засоренность, урожайность, экономическая эффективность.

Аннотация. В статье представлена хозяйственная и экономическая эффективность применения различных гербицидов и агротехнических мер борьбы против сорной растительности в посевах кукурузы по результатам полевых исследований в 2022-2023 гг. Показано, что при возделывании кукурузы на силос и зерно на дерново-подзолистой супесчаной почве с наличием в посевах как малолетних сорняков, так и пырея ползучего наибольший чистый доход 1254,0-1482,0 руб./га и рентабельность 44,2-54,7 % обеспечил гербицид Фултайм, МД в норме 1,25 л/га, в фазу 4-5 листьев культуры. Незначительно уступали ему по этим показателям варианты с внесением Санкор, ВДГ, где чистый доход и рентабельность были ниже на 170,5-260 руб./га и на 5,2-8,2 %, у варианта с использованием гербицида Люмакс, СЭ (3,5 л/га) данные показатели составили: чистый доход – ниже на 179-243 руб./га, а рентабельность – на 6,9-9,4 %. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату с чистым доходом -1086,2 и -1360,6 руб./га и рентабельностью -47,8 и -62,7 %.

AGROECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF AGRICULTURAL MEASURES AND HERBICIDES AGAINST WEEDS IN CORN CROPS IN THE CENTRAL ZONE OF BELARUS

D. Volodkin, M. Meleshkevich, A. Zelenia

RUE «Research and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Livestock Breeding»

Zhodino, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 222160, Zhodino,
1 Timiryazeva st.)

Key words: corn, inter-row processing, herbicide, contamination, yield, economic efficiency.

Summary. The article presents the economic efficiency of the use of various herbicides and agrotechnical measures of the struggle against weed vegetation in corn crops according to the results of field research in 2022-2023. It is shown that on sod-podzolic sandy soil when using corn on silos and grain, in the crops of which

there are both juvenile weeds and perennial cereals of the largest net income of 1254,0-1482,0 rubles/ha and profitability of 44,2-54,7 % provided by the Herbicide Fultim, MD, at normal, in the norm The phase of 4-5 leaves of culture. The options with the introduction of Sankor, the VDG, where pure income and profitability were slightly inferior to him, were lower than 170,5-260 rubles/ha and 5,2-8,2 %, the option using Herbicide Lumax, SE (3,5 l/ha) these indicators were-pure income below 179-243 rubles/ha, and profitability by 6,9-9,4 %. The use of only two inter -row processing without herbicides leads to a negative economic result with a net income -1086,2 and -1360,6 rubles/ha and profitability -47,8 and -62,7 %.

(Поступила в редакцию 04.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время посевы, занятые кукурузой, сильно засорены, что отрицательно влияет на рост и развитие, а тем самым и на получение будущего урожая. Сорная растительность ухудшает корнеобитаемый слой почвы, водный и световой режимы, потребляет большое количество питательных веществ, необходимых для культурного растения. Для получения высоких и стабильных урожаев кукурузы является важным создание для роста растений бесконкурентной среды. Конкурентная способность у кукурузы в начальный период роста и развития растений в несколько раз меньше, чем у других культур [1]. Уничтожение сорняков на самых ранних стадиях развития растений кукурузы – наиболее важный и необходимый элемент технологии возделывания кукурузы. Если во время вегетации кукурузы никакой борьбы с сорняками не проводилась, то это приводит к значительному снижению урожайности, которое в почвенно-климатических условиях Беларуси может достигать у кукурузы 90 % [2]. Наиболее рациональный механизированный уход за посевами состоит из довсходового и после всходового боронования и двух междурядных обработок, предусматривающих обязательное применение дополнительных приспособлений к пропашным культиваторам для уничтожения сорняков в защитных зонах рядков кукурузы [3]. Применение гербицидов дает возможность выполнить работы по уничтожению сорной растительности своевременно, быстро и на больших площадях. Несмотря на то, что химический метод часто более эффективен и экономически выгоден, чем агротехнический, он требует больших денежных затрат, поэтому выбор гербицидов должен быть обоснован в зависимости от видового состава сорняков и степени засоренности полей [4]. Поэтому актуальным вопросом является изучение влияния агротехнических приемов и различных гербицидов на засоренность посевов и урожайность кукурузы с целью выявления оптимальных вариантов защиты культуры от сорного агрофитоценоза. Эффективность использования агротехнических и химических методов борьбы с сорной растительностью в посевах гибридов кукурузы на зерно и силос вместе с оценкой урожайности культуры должна сопровождаться и экономическим анализом.

Цель исследования – изучить агроэкономическую эффективность агротехнических и химических методов борьбы с сорным агрофитоценозом в посевах кукурузы в условиях центральной зоны Беларуси.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводились в 2022-2023 гг. на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой супесчаной почве, развивающейся на связных пылеватых супесях, подстилаемых моренным суглинком с глубины 0,4-0,9 м. Агрохимическая характеристика опытного участка следующая: рН – 6,05, гумус – 2,24 %, P_2O_5 – 180 мг/кг, K_2O – 257 мг/кг. Предшественником являлась кукуруза. Навоз КРС в дозе 50 т/га вносился под предшественник. Подготовка почвы: осенью – зяблевая вспашка, весной – дискование, культивация с боронованием и предпосевная культивация АКШ. Внесение минеральных удобрений: осенью – фосфорных (P_{45} кг/га д. в.) в виде аммонизированного суперфосфата и калийных (K_{110}) в виде хлористого калия, весной – азотных в виде карбамида (N_{140}). Схема опыта включала 5 вариантов (таблица 1). Закладка опыта проведена 28 и 24 апреля, всходы отмечены 20 и 12 мая. Способ сева широкорядный, ширина междурядий – 70 см. Густота стояния растений – 80 тыс./га. Гербициды внесены в 4-5 листьев кукурузы при солнечной погоде и дневной температуре воздуха 19-20 °С. Даты проведения учетов: перед внесением гербицидов и проведением междурядной обработки, через месяц после внесения гербицидов и через 2 месяца после применения гербицидов в период максимального нарастания массы сорняков. Площадь опытной делянки – 27 м². Расположение делянок систематическое, повторность 4-кратная. Объект исследований – гибрид кукурузы Дарьян. Учет урожая проводили со всей делянки вручную 8 сентября 2022 г. и 19 сентября 2023 г.

Таблица 1 – Схема опыта

№ вар.	Вариант опыта	Доза препарата, л(кг)/га	Срок обработки
1	Контроль (без гербицидов)	–	–
2	Две междурядные обработки без гербицидов	–	1) 4-5 листьев кукурузы 2) 7-8 листьев кукурузы
3	Люмакс, СЭ (С – метолахлор, 375 г/л + тербутилазин, 125 г/л + мезотрион, 37,5 г/л)	3,5	в фазу 4-5 листьев
4	Санкор, ВДГ (римсульфурон, 43 г/кг + никоссульфурон, 120 г/кг + мезотрион, 400 г/кг)	0,3	в фазу 4-5 листьев
5	Фултайм, МД (мезотрион, 75 г/л + никоссульфурон, 37,5 г/л + пиклорам 17,5 г/л)	1,25	в фазу 4-5 листьев

В апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °C ниже многолетнего значения). Осадков в апреле выпало 102 мм, или 2,5 нормы, в мае – 94 мм, или 1,5 нормы. В последующем теплая погода в июне (19,0 °C) и умеренное количество осадков (86 % от нормы) обеспечили хороший рост растений кукурузы. В июле температурный и водный режимы находились в пределах многолетних значений, что благоприятно сказалось на росте и развитии растений. Однако жаркая погода с отсутствием осадков, начиная со второй декады августа, привели к отмиранию листьев: вначале – нижних, а к концу месяца у некоторых гибридов – и верхних. Кроме того, 6, 7 и 9 сентября отмечались ночные заморозки, также приведшие к частичному отмиранию листьев. Сумма эффективных температур (выше 10 °C) с мая по сентябрь в 2022 г. составила 915 °C при норме 896 °C, по данным метеостанции Борисов выпало 352 мм осадков при норме 370 мм.

Среднесуточная температура воздуха в апреле 2023 года оказалась на 1,3 °C выше многолетнего значения. Осадков выпало 25,7 мм, или 63 % от нормы. В мае среднесуточная температура воздуха соответствовала норме (13,2 °C), а осадков выпало лишь 8 % от нормы. Июнь оказался теплым, но также с дефицитом осадков (32 % от нормы), что к концу месяца повлекло за собой сильное снижение содержания влаги в почве до уровня мертвого запаса. По этой причине рост растений кукурузы практически прекратился. В июле погода была умеренно теплой с удовлетворительным выпадением и распределением осадков (80 % от нормы), что способствовало хорошему формированию початка. Однако дефицит влаги сохранялся до конца вегетационного периода, что вызвало преждевременное усыхание растений. Сумма эффективных температур (выше 10 °C) с мая по сентябрь в 2023 г. составила 1148 °C при норме 896 °C, осадков по данным метеостанции Борисов выпало 181 мм при норме 370 мм.

Исследования выполнялись в соответствии с методическими рекомендациями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами [5]. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [6].

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в 2022-2023 гг. в исследуемых вариантах перед внесением гербицидов и проведением междурядной обработки из двудольных сорняков преобладали марь белая, звездчатка средняя, галинзога мелкоцветная, пастушья сумка, щирица запрокинутая, а из однодольных – пырей ползучий, просо куриное, мятлик однолетний. Удельную долю в сорном ценозе двудольных сорняков составила в среднем за 2 года исследований 76,5 %, а однодольных – 5,7 %, в т. ч. стеблей пырея ползучего – 16,9 %.

Количество сорняков и их сырая масса через 60 дней после обработки в период максимального нарастания сорняков в варианте с внесением препарата Фултайм была (12,0 и 177,0 г/м²), Санкор (38,2 и 350,0 г/м²). Засоренность в варианте с гербицидом Люмакс составила 177,9 и 437,2 г/м², из которых 157,3 и 191,4 г/м² составили стебли пырея ползучего, на который данный препарат не оказывает токсического действия.

Поскольку контроль и вариант с двумя междурядными обработками были худшими во все годы исследований, то и в среднем за 2 года они показали самую низкую урожайность зеленой массы (45,1 и 143 ц/га соответственно). Применение гербицидов позволяет в 9,4-9,7 раза повысить относительно контрольного варианта урожайность зеленой массы, что не в состоянии были сделать две междурядные обработки, где урожайность повысилась только в 3,2 раза. Самая высокая урожайность зеленой массы кукурузы отмечена в варианте с применением Фултайм (436 ц/га). Несущественно уступили ему варианты с внесением препарата Санкор (423 ц/га) и Люмакс (432 ц/га) соответственно.

Таблица 2 – Хозяйственная эффективность применения гербицидов в посевах кукурузы, среднее за 2022-2023 гг.

Вариант	Густота стояния растений, тыс./га	Урожайность зеленой массы, ц/га	Сбор сухого вещества, ц/га	Урожайность зерна 14%-й влажности, ц/га
Контроль (без гербицидов)	73	45	14,0	3,3
Две междурядные обработки без гербицидов	79	143	43,3	14,7
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	82	432	158	72,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	81	423	155	70
Фултайм, МД 1,25 л/га	81	436	164	76,2
НСР ₀₅		41	19,6	10,0

Сбор сухого вещества в вариантах с химической защитой посевов от сорняков составил 155-164 ц/га с несущественной разницей между ними. Контроль и вариант с двумя междурядными обработками показали результат 14,0 и 43,3 ц/га соответственно. Аналогичная картина отмечается и по урожайности зерна, где ее величина колебалась в пределах 70-76,2 ц/га с применением гербицидов и без их использования – 3,3-14,7 ц/га.

Таким образом, при смешанном типе засорения однолетними и многолетними сорняками высокую биологическую и хозяйственную эффективность показали гербициды на основе производных сульфонилмочевины – Санкор, ВДГ (римсульфурон, 43 г/л + никосульфурон, 120 г/л + мезотрион, 400 г/л) и Фултайм, МД (мезотрион,

75 г/л + никосульфурон, 37,5 г/л + пиклорам, 17,5 г/л), которые сравнивались с гербицидом почвенного действия Люмакс (С-метолахлор, 375 г/л + тербутилазин, 125 г/л + мезотрион, 37,5 г/л) по действию не только на сорные, но и культурные растения, поскольку являются противозлаковыми.

При выращивании кукурузы на силос и зерно основной удельный вес (в среднем 35,7-37,6 % в вариантах с гербицидами и 44,5-46,7 % в варианте с двумя междурядными обработками) в структуре затрат занимают удобрения (таблица 3). Затем следуют горюче-смазочные материалы (14,6-19,2 % при применении гербицидов) и затраты на амортизационные отчисления и текущий ремонт (22,5-21,0 %). Несколько меньше затрат приходится на покупку семян (4,2-4,4 % от общих затрат в вариантах с гербицидами). Оплата труда и гербициды занимают меньше всего расходов (12,0-3,3 % и 4,9-5,4 % соответственно).

Таблица 3 – Структура затрат при выращивании кукурузы с использованием гербицидов и междурядной обработки, руб./га

Вариант	Оплата труда	ГСМ/ ГАЗ	Пестициды	Семена	Удобрения	Амортизация и текущий ремонт	Накладные и прочие расходы
на силос							
Контроль (без гербицидов)	85,6	246,4	0,0	118,8	1012,9	465,9	201,9
Две междурядные обработки без гербицидов	132,3	311,1	0,0	118,8	1012,9	509,1	220,6
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	246,0	413,1	180,5	118,8	1012,9	647,7	280,7
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	242,0	409,4	113,9	118,8	1012,9	624,8	270,7
Фултайм, МД 1,25 л/га	247,5	414,8	144,0	118,8	1012,9	638,0	276,5
на зерно							
Контроль (без гербицидов)	67,8	221,9/11,8	0,0	118,8	1012,9	430,0	186,3
Две междурядные обработки без гербицидов	77,2	255,4/52,5	0,0	118,8	1012,9	455,1	197,2
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	88,0	255,7/258,4	180,5	118,8	1012,9	574,3	248,9
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	87,2	254,8/250,2	113,9	118,8	1012,9	551,3	238,9
Фултайм, МД 1,25 л/га	89,1	257,2/272,3	144,0	118,8	1012,9	568,3	246,3

Применение гербицидов при выращивании кукурузы на зерно и силос влечет за собой на 28,0-24,1 % больше затрат, чем использование только двух междурядных обработок (2967,9-2691,5 руб./га против 2319-2169,1 руб./га). Самые высокие затраты среди гербицидов, по причине более высокой стоимости, были при использовании Люмакс, СЭ (2885,0 и 2737,5 руб./га), а самые низкие – Санкор, ВДГ (2777,5 и 2628,0 руб./га).

Наибольший чистый доход (1254,0 и 1482,0 руб./га) и наименьшая себестоимость (228,9 и 355,5 руб./га) получены в варианте с использованием гербицида Фултайм, МД (1,25 л/га) в фазу 4-5 листьев культуры (таблица 4). Незначительно уступали ему по этим показателям варианты с внесением Санкор, ВДГ, где чистый доход был ниже на 170,5-260 руб./га и себестоимость 1 т продукции выше на 8,5-19,9 руб./га, у варианта с использованием гербицида Люмакс, СЭ (3,5 л/га) данные показатели составили: чистый доход – ниже на 179-243 руб./га, а себестоимость – выше на 11,1-23,1 руб./га. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату, где чистый доход составил -1086,2 и -1360,6 руб./га, рентабельность – -47,8 и -62,7 %.

Таблица 4 – Экономическая эффективность применения гербицидов и междурядной обработки при возделывании кукурузы

Вариант	Стоимость продукции, руб./га	Затраты всего, руб./га	Чистый доход, руб./га	Себестои- мость 1 т, руб./га	Рента- бель- ность, %
на силос					
Контроль (без гербицидов)	396	2100,0	-1718,2	1750,0	-81,1
Две междурядные обра- ботки без гербицидов	1188	2274,2	-1086,2	631,7	-47,8
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	3960	2885,0	1075,0	240,4	37,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	3861	2777,5	1083,5	237,4	39,0
Фултайм, МД 1,25 л/га	4092	2838,0	1254,0	228,9	44,2
на зерно					
Контроль (без гербицидов)	182	2049,5	-1868,0	6210,6	-91,1
Две междурядные обра- ботки без гербицидов	809	2169,1	-1360,6	1475,5	-62,7
Люмакс, СЭ 3,5 л/га	3977	2737,5	1239,0	378,6	45,3
Санкор, ВДГ 0,3 кг/га	3850	2628,0	1222,0	375,4	46,5
Фултайм, МД 1,25 л/га	4191	2709,0	1482,0	355,5	54,7

Заключение.

1. Гербицид Фултайм при внесении в 4-5 листьев кукурузы с нормой 1,25 л/га обеспечивает наибольший сбор сухого вещества и

зерна культуры (164,0 и 76,2 ц/га). Несущественное снижение показывают Люмакс (3,6-5,1 %) и Санкор (5,5-8,1 %).

2. Применение гербицидов обеспечило на 115,7 ц/га больший сбор сухого вещества и на 58,1 ц/га зерна относительно варианта с двумя междурядными обработками.

3. При использовании на силос и зерно посевов кукурузы с засорением как малолетними сорняками, так и злаковыми многолетними наибольший чистый доход 1254,0-1482,0 руб./га и рентабельность 44,2-54,7 % обеспечил препарат Фултайм, МД в норме 1,25 л/га, в фазу 4-5 листьев культуры, а при отсутствии пырея ползучего – Люмакс, СЭ (3,5 л/га в фазу 4-5 листьев кукурузы).

4. Использование только двух междурядных обработок без гербицидов приводит к отрицательному экономическому результату, где чистый доход составил -1086,2 и -1360,6 руб./га, рентабельность – -47,8 и -62,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багринцева, В. Н. Эффективность применения гербицидов в кукурузе / В. Н. Багринцева, С. В. Кузнецова, Е. И. Губа // Кукуруза и сорго. – 2011. – С. 24-26.
2. Вихрачев, В. Н. Механизированный уход за посевами кукурузы / В. Н. Вихрачев // Кукуруза и сорго. – 2003. – №6. – С. 13.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
4. Майсееенко, А. В. Итоги работы государственной службы защиты растений в 2000 году и задачи на 2001 год / А. В. Майсееенко, С. В. Сорока // Ахова раслін. – 2001. – №2. – С. 4-7.
5. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: Россельхозакадемия, 1997. – 155 с.
6. Современные аспекты возделывания кукурузы в связи с изменением климата / Н. Ф. Надточаев [и др.]; Национальная академия наук Беларуси; Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 153 с.