

УДК 632.954:632.5:633.63

ЗНАЧЕНИЕ СТРАХОВЫХ ГЕРБИЦИДОВ В СТАБИЛИЗАЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА БОРЬБЫ С СОРНЯКАМИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ БЕТАНАЛОВ-ДЖЕНЕРИКОВ НА САХАРНОЙ СВЕКЛЕ

© 2024 г. Е. А. Дворянкин*

*Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова
396030 Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, 86, Россия***E-mail: dvoryankin149@gmail.com*

В полевых условиях в 2014–2020 гг. провели испытания трехкомпонентных гербицидов бетаналов-дженериков против малолетних двудольных сорняков в посеве сахарной свеклы для сравнения с эффективностью применения оригинального гербицида Бетанал Эксперт ОФ (БЭОФ) в нормах расхода 1.0 л/га. Показано, что стабильность разбавленных эмульсий бетаналов-дженериков зависела от особенностей структуры и дисперсности рабочих растворов, способности к кристаллизации действующих веществ, реакции на различные условия среды. Препарат БЭОФ в норме расхода 1.0 л/га отличался от бетаналов-дженериков в этой же норме применения более высокой эффективностью действия на сорняки. Сорняки, сформировавшие 2 настоящих листа, заметнее проявляли фазовую устойчивость к дженериковым бетаналам. Эффективность БЭОФ на сорняки в фазе семядолей была больше, чем дженериков на 6–8, при обработке сорняков в фазе 2-х настоящих листьев – на 18%. Установлено, что в диапазоне температур 19–22°C эффективность дженериковых бетаналов была наиболее близка эффективности оригинала БЭОФ. Для стабилизации эффективности действия на сорную растительность с оригинальным препаратом БЭОФ 1.0 л/га норму расхода бетаналов-дженериков увеличивали на 15–20%. Смесь бетаналов-дженериков со страховыми гербицидами Митроном и Карибу, примененная 3-кратно в рекомендованных нормах расхода в соответствии с фазой развития сахарной свеклы, обеспечивала высокую чистоту посева и урожайность культуры на уровне варианта контроля с ручной прополкой. Гербициды помимо широколистных двудольных сорняков хорошо подавляли молодые растения осотов и вьюнка полевого. Страховые гербициды Митрон и Карибу нивелировали недостатки дженериковых бетаналов при совместном применении в борьбе с сорной растительностью в посеве сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, гербициды, сорняки, эффективность, фитотоксичность, продуктивность.

DOI: 10.31857/S0002188124060079, **EDN:** CXSSYR

ВВЕДЕНИЕ

Полемика об эффективности и качестве применяемых гербицидов-дженериков в посевах сельскохозяйственных культур относительно гербицидов фирм-оригинаторов периодически возобновляется в зависимости от успешности борьбы с сорняками. Например, свекловоды время от времени предъявляют претензии к качеству дженериковых бетаналов, особенно примененных в условиях переувлажненной или засушливой погоды [1, 2]. Возникает вопрос – насколько обоснованы эти претензии?

Есть мнение, что сейчас многие препараты-дженерики не хуже, чем препараты фирм-оригинаторов. Проведение соответствующих исследований

может прояснить этот вопрос: в чем же различие оригинальных гербицидов от гербицидов-дженериков, и в каких условиях они могут быть идентичны по эффективности и качеству.

Оригинальный препарат создает на уровне изобретения крупная химическая компания, располагающая большим финансовым капиталом и возможностями для масштабных исследований нового действующего вещества. Она разрабатывает препаративную форму, технологии производства и эффективного применения препарата при участии многих известных ученых в области химии, биологии, земледелия и растениеводства. Глубокие исследования, которые проводят фирмы-разработчики оригинальных препаратов,

необходимы для научного обоснования нормы внесения, кратности и сроков обработки, оценки спектра эффективного действия и экологической безопасности. Компании-производители имеют исключительные права и возможности в течение ряда лет, чтобы вернуть затраты и получить прибыль от распространения нового препарата без конкуренции со стороны других организаций [1]. По истечении срока действия патента формула химического вещества становится достоянием широкого круга заинтересованных в его производстве организаций, но сама рецептура и технологический процесс производства препарата не разглашаются. Поэтому, когда другие фирмы желают производить на основе этого действующего вещества свой препарат, они преимущественно закупают его у оригинатора или выпускают свое. В случае самостоятельной полной или частичной разработки компонентов препарата его качество зависит от возможностей фирмы-производителя, ее финансовых вложений и стремления к поддержанию своего статуса. В случае нарушения рецептуры возможно отклонение в соотношении компонентов между собой или вообще отсутствие отдельных составляющих препарата. Производители дженериков для снижения себестоимости могут применять более дешевые компоненты в рецептуре препаративной формы, роль которых для качества препарата очень высока. Поэтому эффективность дженериков в зависимости от внешних условий бывает нестабильной.

Таким образом, дженерик — это копия оригинального препарата, которая должна обеспечивать такую же биологическую эффективность и экологическую безопасность в одинаковой препаративной форме и тех же нормах расхода как и оригинал. Дженерики, так же как и оригинальные препараты, проходят полевые испытания при регистрации в “Списке разрешенных к применению пестицидов”, подвергаются строгой проверке и сертификации. Качественные гербициды-дженерики на рынке пестицидов являются конкурентной продукцией для фирм-оригинаторов.

Эффективность большинства бетаналов-дженериков заявлена как сопоставимая в одинаковых нормах расхода с эффективностью оригинальных бетаналов [3]. Поэтому представило интерес оценить биологическую эффективность отдельных трехкомпонентных гербицидов группы бетаналов-дженериков в сравнении с оригинальным препаратом Бетанал Эксперт ОФ в нормах расхода препаратов 1.0 л/га и установить причины возможной нестабильной эффективности дженериков в борьбе с сорной растительностью, а также найти приемы стабилизации эффективности и качества бетаналов-дженериков в борьбе с сорняками в посевах сахарной свеклы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В многолетнем исследовании (2014–2020 гг.) изучали биологическую эффективность трехкомпонентных гербицидов группы бетаналов-дженериков (всего 9 препаратов в форме концентрата эмульсии (КЭ): Эксперт Трио, Лидер, Секира Элит, Бетахим Эксперт, Триплекс, Беташанс Трио, Профессор, Горизонт, Ратник) с формуляцией действующих веществ 112 + 91 + 71 (этофуме-зат + фенмедифам + десмедифам) в норме расхода 1.0 л/га, где в качестве эталона использовали оригинальный препарат фирмы Байер КропСайенс АГ Бетанал Эксперт ОФ, КЭ, 1.0 л/га (**БЭОФ**) с уникальными физико-химическими характеристиками [4]. Гербицид БЭОФ характеризуется наиболее высокими показателями вязкости, плотности концентрата эмульсии и относительно сильной кислотностью рабочих растворов.

Для первичной оценки эффективности гербицидов опыты размещали на паровом поле, что позволяло в течение одного вегетационного сезона 3–4 раза воспроизвести опыт в разных условиях погоды. Для этого было необходимо прокультивировать новый участок парового поля и получить всходы сорняков [5]. Почва опытного участка — чернозем выщелоченный малогумусный средне-мощный тяжелосуглинистый.

Гербициды вносили по отросшим сорнякам в фазе семядолей—2-х настоящих листьев ранцевым опрыскивателем, оборудованным штангой (2.7 м) с 6-ю щелевыми распылителями (рис. 1).

Схема опытов включала: контроль абсолютный и варианты с гербицидами. Площадь делянки 16.5 м², повторность опытов трехкратная, размещение делянок последовательное. Гербициды на делянке вносили однократно в вечернее время, учеты сорняков проводили через 8–10 сут после обработки гербицидами методом наложения рамки (0.25 × 1.0 м²).

По аналогичной схеме в других опытах исследовали эффективность трехкомпонентных дженериковых бетаналов в зависимости от увеличения нормы расхода препаратов на 10–30%, величины рН использованной воды, скорости кристаллизации препаратов в растворе, возраста сорной растительности по ранее приведенным методикам [5–8].

В посевах сахарной свеклы изучали эффективность 3-компонентных бетаналов-дженериков в комбинации со страховыми гербицидами Карибу и Митроном на опытном поле ВНИИСС в 2019–2020 гг. согласно схеме полевого опыта (табл. 1).

Для борьбы со злаковыми сорняками в опыте применяли препарат Пантера, 1.0 л/га, эффективность которого составила 97–100%. В опыте отмечены единичные растения осота розового — 0.12 шт./м², против которых специальные гербициды не применяли.



Рис. 1. Ранцевый опрыскиватель типа SOIO 425 (473Р), оборудованный штангой с 6-ю распылителями, рассчитан-
ными на 6 рядков сахарной свеклы.

Таблица 1. Схема полевого опыта

Вариант, №	Послевсходовое внесение, л/га, кг/га		
	1-е внесение	2-е внесение	3-е внесение
1.	Контроль без прополки		
2.	Контроль с ручной прополкой		
3.	БЭОФ, 1.0	БЭОФ, 1.3	БЭОФ, 1.5
4.	Бетанал-дженерик, 1.0	Бетанал-дженерик, 1.3	Бетанал-дженерик, 1.5
5.	Бетанал-дженерик, 1.2	Бетанал-дженерик, 1.5	Бетанал-дженерик, 1.7
6.	БЭОФ, 1.0 + Митрон, 1.0	БЭОФ, 1.3 + Митрон, 1.25	БЭОФ, 1.5 + Митрон, 1.5
7.	БЭОФ, 1.0 + Митрон, 1.0 + Ка- рибу, 0.02	БЭОФ, 1.3 + Митрон, 1.25 + + Карибу, 0.02	БЭОФ, 1.5 + Митрон, 1.5 + Ка- рибу, 0.02
8.	Бетанал-дженерик, 1.0 + + Митрон, 1.0	Бетанал-дженерик, 1.3 + + Митрон, 1.25	Бетанал-дженерик, 1.5 + + Митрон, 1.5
9.	Бетанал-дженерик, 1.0 + Митрон, 1.0 + Карибу, 0.02	Бетанал-дженерик, 1.3 + + Митрон, 1.25 + Карибу, 0.02	Бетанал-дженерик, 1.5 + + Митрон, 1.5 + Карибу, 0.02

Примечание. Нумерация вариантов та же в табл. 2.

Опыт закладывали в двухкратной повторности, размер делянки 16 м². После всходов обработки посевов сахарной свеклы гербицидами проводили по сорнякам в ранних фазах развития двудольных растений. Расход рабочей жидкости 250 л/га. Дробное внесение гербицидов применяли по мере появления новых волн нарастания сорняков.

Засоренность посева учитывали перед каждым внесением гербицидов и через 7–8 сут после их внесения. Учеты проводили на фиксированных площадках, ≥16 повторений в варианте, что по методике [9] соответствовало 5%-ному уровню значимости. Посев, уход за посевами, уборку проводили согласно общепринятым зональным рекомендациям. В период уборки урожайность и сахаристость сахарной свеклы определяли на поточной линии “Венема”. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [10] с применением компьютерной расшифровки показателей продуктивности сахарной свеклы.

Исследование проводили в условиях недобора влаги в августе–сентябре, что оказало влияние на повышенную сахаристость корнеплодов при уборке урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что все испытанные бетаналы-джереники в норме расхода 1.0 л/га в разной степени уступали в эффективности действия на сорную растительность оригинальному гербициду БЭОФ, 1.0 л/га при расходе рабочей жидкости 250 л/га. Кроме того, всем исследованным дженерикам были

свойственны одинаковые недостатки в сравнении с гербицидом БЭОФ, поэтому для удобства восприятия материала результаты для этих препаратов усреднены и приведены в данной работе под названием “джерениковые бетаналы”.

Метеозависимость действия гербицидов группы бетанала на растения заметно проявлялась в полевых условиях. При низких температурах воздуха замедлялись процессы роста и развития растений, снижалась активность гербицидов. При температурах <15°C увеличивался период летального действия гербицидов, особенно дженериковых препаратов, на сорняки из-за снижения активности обменных процессов в растениях. С повышением температуры до 25°C возрастала скорость поглощения гербицидов в растения и тем самым увеличивалась их эффективность на сорняки. При температуре >25°C уменьшалась миграционная способность гербицидов группы бетанала, появлялась опасность усиления их токсичности и контактного действия на растения, в результате чего эффективность гербицидов группы бетанала снижалась. Подобная зависимость эффективности действия гербицидов на сорную растительность от температуры воздуха характерна для всех исследованных препаратов бетанальной группы с той разницей, что активность дженериковых препаратов на сорняки была существенно меньше в сравнении с активностью оригинального гербицида БЭОФ в условиях критических температур для роста и развития растений (рис. 2).

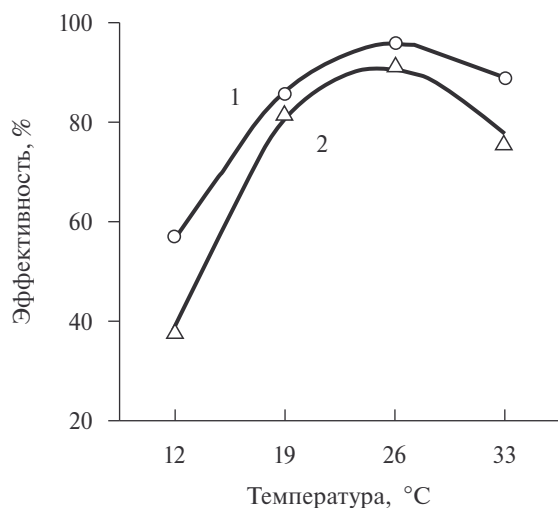


Рис. 2. Влияние температуры воздуха на среднюю эффективность трехкомпонентных дженериковых препаратов группы бетанала в сравнении с БЭОФ: 1 — БЭОФ, 1.0 л/га, 2 — дженериковые бетаналы, 1.0 л/га. То же на рис. 3, 5–7.

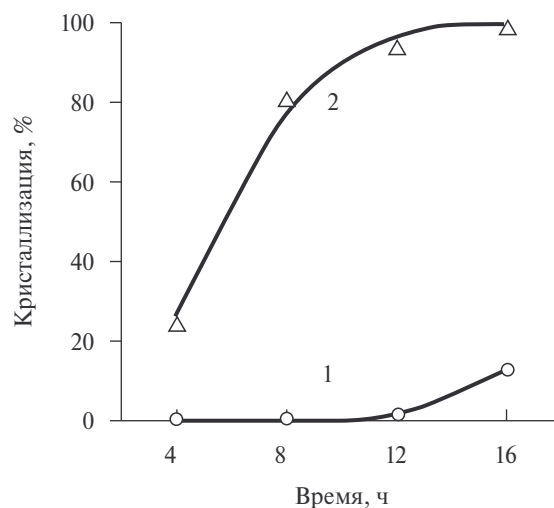


Рис. 3. Образование твердых кристаллов у трехкомпонентных гербицидов группы бетаналов.

В диапазоне температур 19–22°C эффективность дженериковых бетаналов была наиболее близка эффективности оригинала БЭОФ.

Стабильность разбавленных эмульсий гербицидов группы бетаналов в значительной степени определялась скоростью кристаллизации действующих веществ и качеством примененных ингибиторов кристаллизации, замедляющих рост кристаллов [5]. Гербицид БЭОФ отличался от бетаналов-дженериков низкой скоростью образования кристаллов при любых концентрациях рабочего раствора в пределах рекомендованных норм расхода препарата (рис. 3).

Дженериковые бетаналы характеризовались повышенной скоростью кристаллизации, которая заметно варьировала у разных препаратов, особенно в растворах с низкой нормой расхода действующего вещества. Это предьявлялось как недостаток препарата, т.к. после смешения с водой активные ингредиенты должны оставаться внутри масляной фазы раствора, не подвергаясь быстрой кристаллизации [11].

У большинства дженериков начало процесса образования твердых кристаллов отмечено через 4 ч после приготовления раствора. Это позволяло провести обработку растений в отсутствие крупных кристаллов действующих веществ в растворе при своевременном его применении.

В случае задержки применения рабочего раствора на культуре биологическая активность гербицидов группы бетаналов на сорный компонент снижалась вследствие кристаллизации действующих

веществ. Аналогичные процессы проходили и на листьях растений после внесения раствора гербицида [5]. Особенно это касалось растворов бетаналов-дженериков, образование и рост кристаллов которых проходили быстрее, чем в растворе БЭОФ. При нарастании величины кристаллов возрастало время подавления сорняков, уменьшалась эффективность действия препарата (рис. 4).

Гербициды, характеризующиеся высокой скоростью кристаллизации, отличались от гербицидов, защищенных ингибиторами кристаллизации, более мягким действием на сорняки. Крупные кристаллы не проникали в ткань растений, поэтому их можно отнести к потерям активных ингредиентов, что отражалось на эффективности борьбы с сорняками.

В условиях высокой освещенности, высоких температур воздуха и почвы скорость кристаллизации гербицидов группы бетанала на листьях растений резко снижалась, а их фитотоксичность для растений культуры возрастала, вплоть до обширных ожогов листьев особенно под действием дженериковых бетаналов с низкой плотностью концентрата эмульсии и резким запахом растворителя.

Физико-химические особенности препарата оказывали большое влияние на хозяйственные показатели — эффективность и качество примененного гербицида при разных условиях погоды. Благодаря формуляции БЭОФ, где использовано сочетание специфических производных растительного масла с другими компонентами, обеспечивалось создание пленки, которая дольше удерживалась на поверхности листьев и поддерживала наиболее высокий уровень контроля над сорняками. При выпадении осадков или обильной росы гербициды бетаналы-дженерики легче смывались с листьев растений, поэтому для этих препаратов требовалось больше времени с момента внесения гербицида до ожидаемых осадков. Методом искусственного дождевания делянок в течение 3-х мин через разное время после внесения гербицидов оценивали способность к смыву тонкой пленки препаратов в норме расхода 1.0 л/га с поверхности листьев сорняков. Эффективность гербицидов определяли через 8 сут после обработки. Контролем служили обработанные растения сорняков без применения дождевания. Показатели эффективности гербицидов в контроле были близки к показателям применения гербицидов при дождевании через 6–12 ч после внесения препаратов.

Препарат БЭОФ отличался от бетаналов-дженериков более высокой эффективностью действия на сорняки при выпадении кратковременных осадков в течение 4-х ч после внесения гербицидов (рис. 5).

При дождевании сорных растений через 4 ч после внесения гербицидов различия

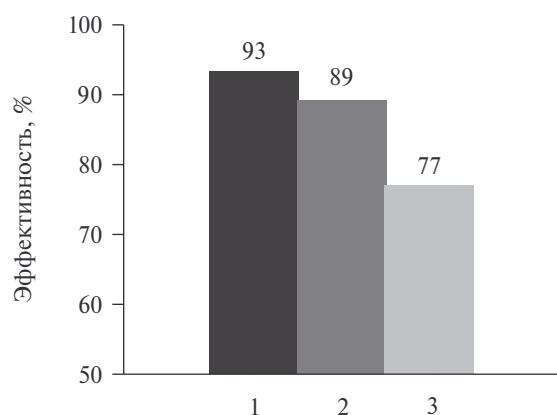


Рис. 4. Эффективность действия кристаллических растворов дженериковых бетаналов на сорняки в зависимости от величины кристаллов в растворе: 1 — раствор применен сразу после приготовления, 2 — раствор применен через 6–7 ч после приготовления (кристаллы размером 10–15 мкм), 3 — раствор применен через 12–16 ч после приготовления (кристаллы размером 40–80 мкм).

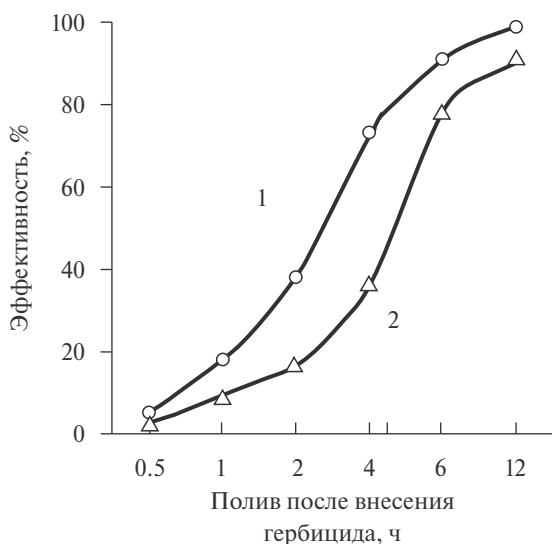


Рис. 5. Эффективность гербицидов группы бетаналов в зависимости от времени дождения растений после внесения препаратов в норме расхода 1.0 л/га.

в эффективности между оригиналом и дженериками в среднем составили 40%. Относительное выравнивание показателей эффективности действия на сорняки гербицидов-дженериков с оригиналом отмечали при дождении растений через 6 и особенно 12 ч после обработки гербицидами.

Гербициды группы бетаналов очень чувствительны к pH воды [7, 12]. Щелочная реакция воды заметно снижала эффективность действия гербицидов группы бетаналов на сорняки (рис. 6).

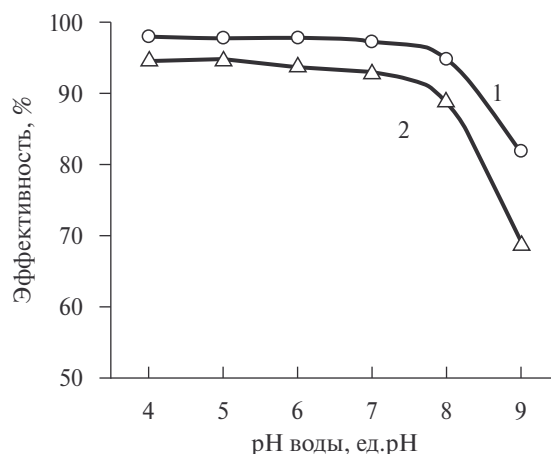


Рис. 6. Влияние pH воды на эффективность действия гербицидов группы бетаналов.

В благоприятной для реализации активности гербицидов кислой среде (pH 5.0–6.0) эффективность БЭОФ была больше на 5–6%, чем бетаналов-дженериков. В щелочной среде (pH 8.5–9.0) различия в эффективности гибели сорняков между БЭОФ и бетаналами-дженериками возросли до 9–14%, т.е. реакция на щелочную среду для бетаналов-дженериков была сильнее, чем оригинала. Отмечен более высокий рост кристаллов действующих веществ в щелочной среде, особенно в растворах бетаналов-дженериков.

По рекомендациям фирм производителей гербициды группы бетаналов в норме расхода 1.0 л/га применяли по двудольным сорнякам в возрасте семядолей. Однако в полевых условиях подобной возрастной однородности всходов сорняков чаще всего не встречалось. Неоднородность возраста сорняков зависела от характера пика всхожести растений. Теплая весна с достаточным количеством влаги в почве предопределяла дружные всходы семян сорняков и высокую их однородность по фазе развития. В условиях засушливой погоды неоднородность всходов сорняков заметно возрастала. Гербициды группы бетаналов в опыте применяли преимущественно в фазе семядолей–начала отрастания 1-й пары настоящих листьев (до 80–90%).

Динамика гибели сорняков во времени (10 сут) заметнее нарастала под действием БЭОФ и достигала максимума через 6–8 сут после внесения гербицида, тогда как период летального действия на сорняки дженериковых бетаналов увеличивался на 2–4 сут и часто завершался началом отрастания новой волны сорняков (рис. 7).

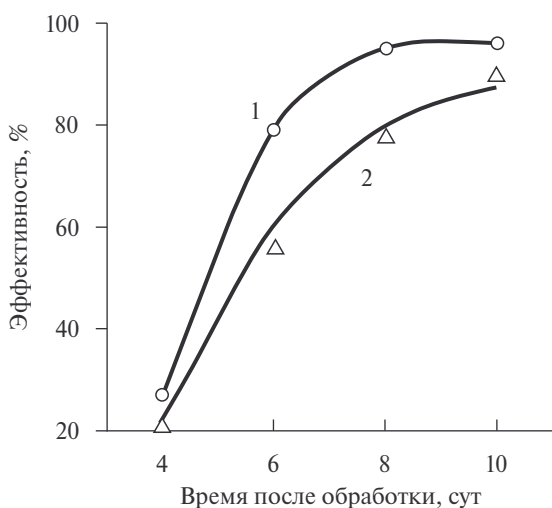


Рис. 7. Динамика гибели сорняков в возрасте семядолей–2 настоящих листа под действием гербицидов группы бетаналов.

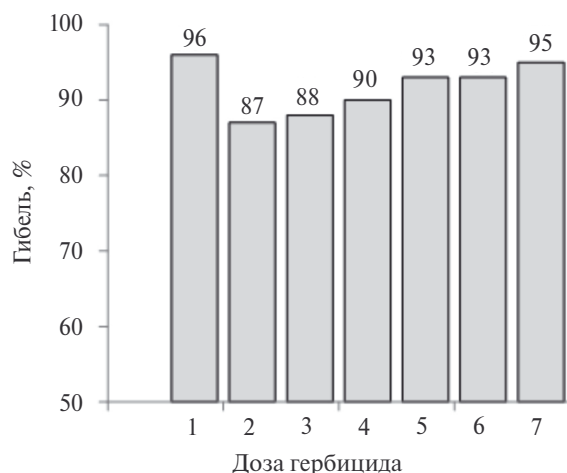


Рис. 8. Средняя эффективность действия трехкомпонентных дженериковых бетаналов на сорную растительность в зависимости от нормы расхода препаратов в сравнении с оригиналом БЭОФ: 1 – БЭОФ, 1.0 л/га; дженериковые бетаналы: 2 – 1.0, 3 – 1.1, 4 – 1.15, 5 – 1.20, 6 – 1.25, 7 – 1.30 л/га.

Прорастание новых сорняков на фоне ранее обработанных растений при замедленном характере действия гербицидов затрудняло планирование следующей обработки посева гербицидами.

В отличие от дженериковых бетаналов, гербицид БЭОФ в норме расхода 1.0 л/га хорошо уничтожал также сорняки в возрасте 1-й пары настоящих листьев (73%). Потенциал летального действия БЭОФ на сорняки в норме расхода 1.0 л/га

был больше, чем бетаналов-дженериков в этой же норме расхода.

Сорняки, сформировавшие 2 настоящих листа, заметнее проявляли фазовую устойчивость к дженериковым бетаналам, примененным в норме расхода 1.0 л/га. При обработке сорняков в возрасте семядолей эффективность БЭОФ была больше, чем дженериков на 6–8%, а при обработке сорняков в фазе 2-х настоящих листьев – на 18%.

Следовательно, дженериковые бетаналы в норме расхода 1.0 л/га вполне удовлетворительно уничтожали сорняки в фазе семядолей, но учитывая неоднородность развития сорняков, не имели достаточной эффективности для борьбы с подрастающими сорняками в период формирования 2-х настоящих листьев. После применения дженериков в этой норме расхода формировалась высокая остаточная засоренность, что налагало более высокие требования к последующим обработкам гербицидами. Поэтому, свекловоды, как правило, применяют бетаналы-дженерики в повышенных нормах расхода препаратов, т.е. для равноценной эффективности действия на сорную растительность с оригинальным препаратом БЭОФ, 1.0 л/га, норму расхода бетаналов-дженериков увеличивали в среднем на 15–20% (рис. 8).

В посеве сахарной свеклы при дробном внесении БЭОФ в нормах расхода (1.0 + 1.3 + 1.5) л/га эффективность гибели сорняков составила 87%. Трехкомпонентные бетаналы-дженерики уступали на 15% в эффективности действия на сорную растительность оригинальному препарату в заявленных нормах расхода (табл. 2, вариант 4).

Таблица 2. Биологическая эффективность, остаточная засоренность и продуктивность сахарной свеклы в схемах гербицидов с применением бетаналов-дженериков в сравнении с оригинальным бетаналом БЭОФ

Вариант (кг/га, л/га)	Гибель сорняков на 15.07, %	Остаточная засоренность на 01.09, шт./м ²	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
1.	1.5	174	17.3	19.2	3.32
2.	99	0.2	47.3	19.0	8.99
3.	87	4.6	43.8	18.9	8.28
4.	72	8.3	40.5	18.8	7.61
5.	79	6.4	42.2	18.8	7.93
6.	95	0.6	44.4	19.0	8.45
7.	99	0.3	46.4	18.9	8.77
8.	93	3.8	43.9	19.0	8.28
9.	96	0.7	45.8	18.7	8.57
НСР ₀₅			3.6	0.4	

Увеличение нормы расхода дженериков на 15–20% компенсировало дополнительные затраты на препарат повышением эффективности борьбы с сорняками на 7% и прибавкой урожая корнеплодов на 1.7 т/га (табл. 2, вариант 5). Вместе с тем результаты исследования свидетельствовали о недостаточной чистоте посева сахарной свеклы при внесении лишь гербицидов группы бетаналов и прежде всего дженериковых препаратов даже в завышенных нормах расхода. Например, в контроле с ручной прополкой урожайность корнеплодов составила 47.3 т/га, в варианте с применением оригинального препарата БЭОФ, 1.0 л/га из-за остаточной засоренности посева — 43.8 т/га, в варианте с бетаналами-дженериками в этой же норме расхода — 40.5 т/га, в варианте с скорректированной нормой расхода бетаналов-дженериков — 42.2 т/га. В вариантах 3, 4 и 5 отмечена повышенная остаточная засоренность посева сахарной свеклы растениями ширицы запрокинутой и мари белой, заметно угнетенных гербицидами.

Чрезмерное завышение нормы расхода гербицидов группы бетаналов грозит повреждениями для растений сахарной свеклы и нежелательными воздействиями на окружающую среду. Поэтому в классических схемах борьбы с сорной растительностью помимо гербицидов группы бетаналов для усиления действия на двудольные сорняки в баковый раствор включали препараты других классов химических соединений, менее токсичных для сахарной свеклы и успешно применяемых в борьбе с отдельными группами трудноискоренимых сорняков.

Наиболее ощутимые результаты дало применение комбинации препаратов, где увеличение эффективности смеси на сорняки достигали химическим взаимодействием действующих веществ бетаналов-дженериков с менее токсичными для сахарной свеклы гербицидами на основе трифлусульфурон-метила и метамитрона.

Смесь БЭОФ с Митроном, примененная трехкратно в рекомендованных нормах расхода в соответствие с фазой развития сахарной свеклы, обеспечивала высокую чистоту посева с низкой остаточной засоренностью в конце вегетации культуры. Урожайность корнеплодов в варианте 6 достигала уровня контроля с ручной прополкой. Дополнение этой схемы препаратом Карибу по 20 г/га (трехкратно) обеспечивало полную чистоту посева сахарной свеклы (99% гибели сорняков). Схема применения гербицидов помимо широколистных двудольных сорняков хорошо подавляла молодые растения осотов и вьюнка полевого. Расчетный сбор сахара в варианте 7 был на уровне контроля с ручной прополкой — 8.77 против 8.99 т/га в контроле.

Применение страховых гербицидов в комбинации с бетаналами-дженериками активизировало и усиливало действие последних, т.к. эффективность

смеси заметно возрастала и позволяла решить все проблемы с сорняками в посеве сахарной свеклы как на уровне применения схем с оригинальным препаратом БЭОФ, так и на уровне контроля с ручной прополкой. Особенно близкие результаты урожайности и расчетному сбору сахара с полотым контролем получены в варианте 9, где применили смесь страховых гербицидов Митрона с Карибу в комбинации с дженериковыми бетаналами.

Таким образом, страховые гербициды Митрон и Карибу нивелировали недостатки дженериковых бетаналов при их совместном применении в борьбе с сорной растительностью в посеве сахарной свеклы. Главным достоинством дженериковых бетаналов является их низкая цена, что позволяет значительно сэкономить средства сельхозпроизводителей.

ВЫВОДЫ

1. В полевых условиях ярко проявлялась метеозависимость действия гербицидов группы бетанала на растения. Испытанные бетаналы-дженерики в норме расхода 1.0 л/га уступали в эффективности действия на сорную растительность оригинальному гербициду БЭОФ, 1.0 л/га при расходе рабочей жидкости 250 л/га особенно в условиях критических температур для роста и развития растений. При температурах воздуха $<15^{\circ}\text{C}$ резко снижалась эффективность бетаналов-дженериков, увеличивался период летального действия на сорняки из-за снижения активности обменных процессов в растениях. При температуре $>25^{\circ}\text{C}$ заметнее уменьшалась миграционная способность бетаналов-дженериков, появлялась опасность усиления их контактного действия на растения, в результате чего эффективность гербицидов снижалась. В диапазоне температур $19\text{--}22^{\circ}\text{C}$ эффективность дженериковых бетаналов была наиболее близка эффективности оригинала БЭОФ.

2. Стабильность разбавленных эмульсий гербицидов группы бетаналов в значительной степени определялась скоростью кристаллизации действующих веществ. Гербицид БЭОФ отличался от испытанных бетаналов-дженериков низкой скоростью образования кристаллов при любых концентрациях рабочего раствора в пределах рекомендованных норм расхода препарата. Дженериковые бетаналы характеризовались повышенной скоростью кристаллизации, которая заметно варьировала у разных препаратов, особенно в растворах с низкой нормой расхода действующего вещества. В случае задержки применения рабочего раствора на культуре биологическая активность гербицидов на сорный компонент снижалась вследствие нарастания крупных кристаллов, которые не способны проникать в ткань растений. Щелочная среда заметно снижала эффективность

действия гербицидов группы бетаналов на сорняки. В благоприятной для реализации активности гербицидов кислой среде (рН 5.0–6.0) эффективность БЭОФ была больше на 5–6%, чем бетаналов-дженериков. В щелочной среде (рН 8.5–9.0) различия в эффективности гибели сорняков между БЭОФ и бетаналами-дженериками возросли до 9–14%. Отмечен более высокий рост кристаллов действующих веществ в щелочной среде, особенно в растворах бетаналов-дженериков.

3. Физико-химические особенности препарата оказывали большое влияние на хозяйственные показатели — эффективность и качество примененного гербицида при разных условиях погоды. Благодаря формуляции БЭОФ, где использовано сочетание специфических производных растительного масла с другими компонентами, обеспечивалось создание пленки, которая дольше удерживалась на поверхности листьев и поддерживала наиболее высокий уровень контроля над сорняками в условиях переменной погоды с ранним выпадением осадков после внесения раствора гербицида. Гербициды бетаналы-дженерики легче смывались с листьев растений в опытах с искусственным дождеванием в течение 4-х ч после внесения препарата. Эффективность действия на сорняки БЭОФ в этот период времени была больше, чем дженериков, в 2 раза.

4. Потенциал летального действия БЭОФ на сорняки в норме расхода 1.0 л/га был больше, чем бетаналов-дженериков в этой же норме расхода. Сорняки, сформировавшие 2 настоящих листа, заметнее проявляли фазовую устойчивость к дженериковым бетаналам. При обработке сорняков в возрасте семядолей эффективность БЭОФ была больше, чем дженериков, на 6–8%, при обработке сорняков в фазе 2-х настоящих листьев — на 18%. Из-за неоднородности развития сорняков период летального действия на них дженериковых бетаналов увеличился на 2–4 сут. Для равноценной эффективности действия на сорную растительность с оригинальным препаратом БЭОФ, 1.0 л/га норму расхода бетаналов-дженериков увеличивали на 15–20%.

5. Смесь бетанала-дженерика со страховыми гербицидами Митроном и Карибу, примененная трехкратно в рекомендованных нормах расхода в соответствии с фазой развития сахарной свеклы, обеспечивала высокую чистоту посева (99%) с низкой остаточной засоренностью в конце вегетации культуры (0.3 шт./м²). Схема применения гербицидов помимо широколистных двудольных сорняков хорошо подавляла молодые растения осотов и вьюнка полевого.

6. Урожайность корнеплодов в варианте с применением бетанала-дженерика в комбинации с Митроном и Карибу была на уровне контроля с ручной прополкой. Расчетный сбор сахара в варианте

составил 8.57 т/га против 8.99 т/га в контроле с ручной прополкой и 8.77 т/га — в варианте с применением БЭОФ со страховыми гербицидами. Страховые гербициды Митрон и Карибу нивелировали недостатки дженериковых бетаналов при совместном применении в борьбе с сорной растительностью в посеве сахарной свеклы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуреев И.И. Эффективность обработки сахарной свеклы гербицидами группы бетанала — оригинальными и дженериками // Сахар. 2016. № 9. С. 17–19.
2. Чернышова Е., Трофимов А. Под защитой. Как избежать ошибок при выборе СЗР // Агротехника и технологии. 2019. № 3–4.
3. Гаджиева Г.И. Эффективность гербицида кианит, кэ в посевах сахарной свеклы // Актуальные проблемы в защите растений. Мат-лы Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию кафедры защиты растений (г. Горки, 23–25 июня 2010 г.). С. 76–79.
4. Дворянкин Е.А. Отдельные физико-химические показатели гербицидов группы бетанала // Сахар. свекла. 2012. № 6. С. 35–37.
5. Дворянкин Е.А. Оптимизация возделывания сахарной свеклы. Воронеж, 2019. 252 с.
6. Дворянкин Е.А. Качество и эффективность рабочих растворов гербицидов группы бетанала // Сахар. свекла. 2013. № 8. С. 33–38.
7. Дворянкин Е.А. Эффективность действия свекловичных гербицидов на сорную растительность в посеве сахарной свеклы в зависимости от величины рН используемой воды и ее загрязненности бытовыми моющими средствами // Агрохимия. 2022. № 8. С. 33–43.
8. Дворянкин Е.А. Эффективность гербицидов в борьбе с сорняками и их фитотоксичность для сахарной свеклы в зависимости от возраста обрабатываемых растений и нормы расхода препаратов // Агрохимия. 2023. № 3. С. 70–81.
9. Паденов К.П., Довбан В.К. Сорные растения, их вредоносность, методы учета и меры борьбы. Минск, 1979. 55 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
11. Международный кодекс поведения в области распределения и использования пестицидов. Рук-во по контролю за качеством пестицидов. 2-я редакция. World Health Organization. 2012. 43 с.
12. Дворянкин Е.А. Коррекция рН баковых растворов гербицидов группы бетаналов и эффективность их действия на сорняки в посеве сахарной свеклы // Сахар. 2021. № 7. С. 24–26.

Significance of Insuring Herbicides for Stabilization of Weed Control Effectiveness and Quality when Using Betanals-Generics for Sugar Beet

E. A. Dvoryankin[#]

*A. L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar,
VNIIS86, Ramonsky district, Voronezh region 396030, Russia*

[#]*E-mail: dvoryankin149@gmail.com*

In the field in 2014–2020, three-component herbicides of betanal generics were tested against juvenile dicotyledonous weeds in sugar beet crops to compare with the effectiveness of the use of the original herbicide Betanal Expert OF (BEOF) at application rate of 1.0 l/ha. It is shown that the stability of dilute emulsions of generic betanals depended on the characteristics of the structure and dispersion of working solutions, the ability to crystallize active substances, and reactions to various environmental conditions. The BEOF herbicide in the application rate of 1.0 l/ha differed from generic betanals in the same application rate by a higher effect on weeds. The weeds that formed 2 real leaves showed phase resistance to generic betanals more noticeably. The effectiveness of BEOF on weeds in the cotyledon phase was 6–8% higher than that of generics, and 18% higher when treating weeds in the phase of 2 real leaves. It was found that in the temperature range of 19–22°C, the efficiency of generic betanals was closest to the efficiency of the original BEOF. To stabilize the generic betanals efficacy on weeds with the original BEOF 1.0 l/ha, their application rate was increased by 15–20%. A mixture of generic betanals with the insurance herbicides Mitron and Caribou, applied 3 times in the recommended application rates in accordance with the phase of development of sugar beet, provided high purity of sowing and crop yield at the level of the control group with manual weeding. Herbicides, in addition to broad-leaved dicotyledonous weeds, effectively suppressed young plants of aspens and field bindweed. The insurance herbicides Mitron and Caribou offset the disadvantages of generic betanals when used together in the fight against weeds in sugar beet crops.

Keywords: sugar beet, herbicides, weeds, efficiency, phytotoxicity, productivity.