

УДК 635.621.3:631.811.98 (470.62)

ВЛИЯНИЕ ЭТРЕЛА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ НА ЦВЕТЕНИЕ МУЖСКИХ ЦВЕТКОВ РАСТЕНИЙ КАБАЧКА С РАЗЛИЧНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ВЫРАЖЕННОСТЬЮ ПОЛА

Гиш Р.А.¹ – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. кафедрой овощеводства

Чайкин К.О.² – научный сотрудник

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, д. 13

²ООО «НИИ Овощеводства Защищенного Грунта»
Россия, Краснодарский край, Крымский район, х. Новоукраинский
E-mail: chaikin@gavrish.ru

В зависимости от генотипа однодомные растения семейства тыквенных могут иметь различную выраженность пола: преимущественно женский, смешанный и преимущественно мужской тип цветения. Однако степень половой дифференциации изменяется под действием абиотических и эндогенных факторов. Среди химических веществ, влияющих на уровень женского цветения растений тыквенных культур, наибольший интерес с точки зрения гибридного семеноводства представляют препараты на основе 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (Этрел или Этефон). Изучение реакции растений кабачка *Cucurbita pepo var. gironmontina* с различной выраженностью пола на обработку Этрелом позволило выявить общие закономерности и специфику действия препарата в условиях Краснодарского края. Установлено, что использование однократной обработки на всех изучаемых генотипах является малоэффективным, даже в диапазоне высоких концентраций 500-1100 мг/л д.в. На смещение сексуализации эффективно влияют последовательные обработки растений кабачка Этрелом на стадиях развития 3-5 настоящих листа в диапазоне концентраций от 250 до 700 мг/л д.в., где сдерживание начала цветения мужских цветков после распускания женских составляло 14-25 суток. На изменение концентрации и кратности обработок более отзывчивы растения линии К69 с преимущественно женским типом. В меньшей степени на кратность обработок реагируют растения линии К49, с преимущественно мужским типом цветения. Показано, что в диапазоне эффективных концентраций, сдерживая цветение мужских цветков, Этрел может оказывать фитотоксическое действие на рост и развитие растений кабачка, что важно учитывать при выборе регламента применения препарата для химической кастрации материнских форм при гибридном семеноводстве этой культуры. Для практического применения препарата Этрел в условиях Краснодарского края оптимальным следует считать трехкратную обработку (фазы 3+4+5 н.л.) в диапазоне концентраций 250-350 мг/л д.в. в зависимости от генотипа материнской формы.

Ключевые слова: гибридное семеноводство, кабачок, обработка, семена, этрел (2-хэфк).

Изучение способов влияния на сексуализацию растений кабачка, дает возможность разрабатывать оптимальные приемы гибридного семеноводства, направленные на повышение качества гибридных семян с использованием минимального количества ручного труда. Степень

половой дифференциации однодомных растений кабачка контролируется наследственными факторами, в зависимости от генотипа кабачок может иметь различную выраженность пола: преимущественно женский тип; смешанный тип и преимущественно мужской тип цветения.

Проявление пола изменяется под влиянием эндогенных (фитогормоны) и внешних факторов [7,8,9]. Влияние внешних факторов (температуры, длины дня, степени освещенности), напрямую зависит от географии расположения посевов кабачка в открытом грунте. К эндогенным факторам

влияния, относится обработка различными химическими веществами, эффект действия которых зависит от генотипа растений, и в разных географических условиях может существенно отличаться. Поэтому включение данного технологического элемента в производственный процесс гибридного семеноводства кабачка должно быть научно обоснованным. Оно должно базироваться на результатах исследования особенностей действия того или иного препарата на родительские линии в конкретной зоне семеноводства.

Среди химических веществ, влияющих на уровень женского цветения растений тыквенных культур, наибольший интерес представляют препараты Этрел или Этефон (д.в. 2-хлорэтилфосфоновая кислота) – продуценты этилена, эффективность применения которых зависит от концентрации, фазы и кратности обработок [5,6]. При выборе наиболее оптимальных вариантов обработок, важно также учитывать характер влияния препарата (стимуляция, ингибирование) на рост и развитие растений материнских форм перспективных гибридных комбинаций, которые могут иметь различную выраженность пола.

В агроклиматических условиях Краснодарского края, мужские цветки на растениях кабачка, как правило, распускаются позже на 2-4 суток после женских, что естественно не дает возможность ведения гибридного семеноводства, путем естественного переопыления между родительскими формами.

С целью изучения влияния препарата на сроки цветения мужских цветков растений кабачка, отличающихся генетической выраженностью пола, проводили обработку Этрелом разной концентрации и в разные фазы развития растений кабачка.

Материал и методы

В качестве материала исследования использованы три материнские линии *Cucurbita pepo* var. *giromontina*,

характеризующиеся разным типом цветения:

- К-69 - преимущественно женский,
- К-49 - преимущественно мужской,
- К-647 - смешанный тип цветения.

Для решения поставленных задач исследования, согласно методики постановки полевых опытов Б.А. Доспехова [12], была проведена серия опытов. Испытание проводили по двухфакторной схеме (для каждой линии): фактор А – концентрации препарата (250, 300, 350, 500, 700, 900, 1100 мг/л действующего вещества), контроль – вода; фактор Б – фазы обработок (на стадиях - 3, 4 и 5 настоящих листа; последовательно - 3+4; 4+5; 2+3+4; 3+4+5 и 4+5+6 настоящих листа).

Схема посева по всем опытам 0,7x0,7м, что соответствует 2 растениям на 1 м². Площадь опытной делянки в каждом варианте 6м² (12 учетных растений), повторность трехкратная, размещение рендоминизированное.

Эффективность действия препарата Этрел оценивали по продолжительности периода «начало цветения женских цветков – начало цветения мужских цветков», то есть периода отсутствия (П_{отср}) цветения мужских после начала цветения женских цветков на растениях кабачка. Оценку морфологических признаков, фенологические наблюдения проводили в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1975). Обработку полученных данных проводили в соответствии с методиками статического и дисперсионного анализа [12].

Результаты исследований. В ходе эксперимента были выявлены как общие закономерности, так и определенные отличия в реакции изученных генотипов на обработку Этрелом. Показано, что использование однократной обработки, на всех изучаемых генотипах, является малоэффективным, даже в диапазоне высоких концентраций 500-900 мг/л д.в. (рис. 1).

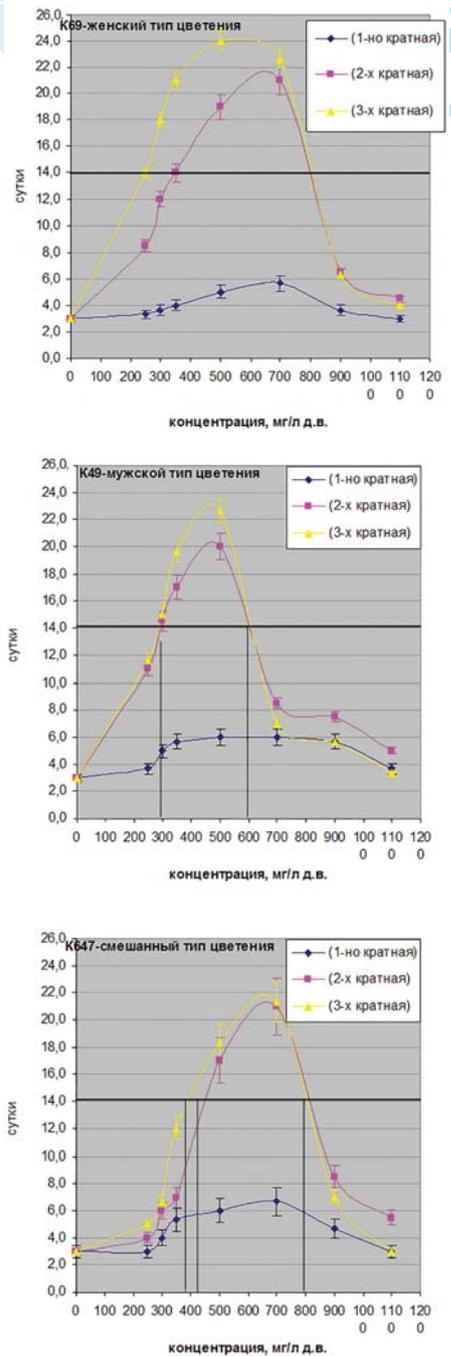


Рис. 1. Влияние различных концентраций препарата Этрел на начало цветения мужских цветков, СЦ «Гавриш», г. Крымск, 2011-2014 годы.

Сдерживание начала цветения мужских цветков в зависимости от генотипа составило всего 2-4 суток относительно контроля. При этом, действие препарата в дозе 700 мг/л д.в. имело наименее выраженную сортовую специфику – П_{отср} у всех линий в среднем составил около 6 суток, тогда как для исключения самоопыления, мужские цветки должны отсутствовать на растении материнской формы кабачка не менее 7 дней [7]. Проведение двух и трех последо-

вательных обработок раствором Этрела более эффективно, чем однократное применение, и в соответствующих концентрациях позволяет добиться стабильных положительных результатов на всех изучаемых образцах – это сдерживание начала цветения мужских цветков не менее, чем на 14 суток, что является «достаточным» условием для успешного ведения гиб-

ридного семеноводства в условиях Краснодарского края.

Наиболее чувствительной к действию препарата при проведении двукратной обработки была линия К49 (мужской тип цветения): уже при 300 мг/л д.в. сдерживание цветения мужских цветков на растении составляло 14 суток, а наибольший эффект достигался при 500 мг/л д.в. (в

среднем $P_{отс} = 20$ суток). Линии К69 и К647 в данном варианте были менее отзывчивы, так как достижение двухнедельного отсутствия мужских цветков, после начала цветения женских, наблюдали при обработках более высокими концентрациями Этрела – 350 мг/л д.в. и 400 мг/л д.в. соответственно. Максимальный эффект от использования двукратной обработки

1. Продолжительность периода отсутствия цветения мужских цветков ($P_{отс}$) в зависимости от концентрации и кратности обработок растений кабачка препаратом Этрел на различных фазах развития (СЦ «Гавриш», г. Крымск, 2011-2014 годы)

Рабочая концентрация препарата	$P_{отс}$ (сутки) при кратности обработок на фазах развития растений							
	однократно			двукратно		трехкратно		
	3н.л.	4н.л.	5н.л.	3+4н.л.	4+5н.л.	2+3+4н.л.	3+4+5н.л.	4+5+6н.л.
Линия К49 (преимущественно мужской тип цветения)								
контроль	3	3	3	3	3	3	3	3
250 мг/л д.в.	3	4	4	10	12	11	12	12
300 мг/л д.в.	5	5	6	14	15	14	16	15
350 мг/л д.в.	5	6	6	16	18	18	20	21
500 мг/л д.в.	6	6	6	20	20	22	23	23
700 мг/л д.в.	6	6	6	9	8	8	6	7
900 мг/л д.в.	5	6	6	8	7	6	5	6
1100 мг/л д.в.	3	4	4	5	5	3	4	3
Влияние концентрации, фактор А - $F_{\phi} 1413,7 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^A = 0,4$ сут. Фаза обработки, фактор В - $F_{\phi} 667,1 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^B = 0,4$ сут. Взаимодействие факторов АВ - $F_{\phi} 93,8 > F_{теор} 1,45$; $HCP_{05} = 1$ сут.								
Линия К647 (смешанный тип цветения)								
контроль	3	3	3	3	3	3	3	3
250 мг/л д.в.	3	3	3	4	4	6	5	4
300 мг/л д.в.	4	4	5	6	6	6	7	7
350 мг/л д.в.	4	6	6	7	7	12	14	10
500 мг/л д.в.	6	6	6	14	20	19	20	16
700 мг/л д.в.	6	7	7	20	22	22	22	20
900 мг/л д.в.	4	5	5	8	9	9	6	6
1100 мг/л д.в.	3	3	3	6	5	4	2	3
Влияние концентрации, фактор А - $F_{\phi} 3482,5 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^A = 0,2$ сут. Фаза обработки, фактор В - $F_{\phi} 1035,3 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^B = 0,2$ сут. Взаимодействие факторов АВ - $F_{\phi} 186,6 > F_{теор} 1,45$; $HCP_{05} = 0,6$ сут.								
Линия К69 (преимущественно женский тип цветения)								
контроль	3	3	3	3	3	3	3	3
250 мг/л д.в.	3	3	4	9	8	12	14	13
300 мг/л д.в.	3	4	4	12	12	16	20	18
350 мг/л д.в.	3	4	5	14	14	21	22	20
500 мг/л д.в.	4	5	6	18	20	24	26	22
700 мг/л д.в.	5	6	6	20	22	22	23	21
900 мг/л д.в.	3	4	4	7	6	7	6	6
1100 мг/л д.в.	3	3	3	5	4	5	3	4
Влияние концентрации, фактор А - $F_{\phi} 4100,9 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^A = 0,2$ сут. Фаза обработки, фактор В - $F_{\phi} 3225,6 > F_{теор} 2,08$; $HCP_{05}^B = 0,2$ сут. Взаимодействие факторов АВ - $F_{\phi} 274,6 > F_{теор} 1,45$; $HCP_{05} = 0,6$ сут.								

у этих линий, как и при однократной, отмечен при концентрации 700 мг/л д.в. ($P_{отср} \geq 0$ суток).

Трехкратная обработка растений линии К49 оказывала аналогичное действие, как двукратная обработка. В то же время трехкратная обработка линий К69 и К647 дала возможность существенно снизить рабочую концентрацию для достижения $P_{отср}$ в 14 суток до 250 мг/л д.в. и 350 мг/л д.в. соответственно. Но наиболее эффективной на линии К647, оставалась та же концентрация 700 мг/л д.в. (как и при одно- и двукратной обработках), тогда как у линии К69 максимальный эффект достигался уже при использовании концентрации 500 мг/л д.в. (рис. 1). Обработка растений всех линий концентрациями >700 мг/л д.в. при дву- и трехкратной обработке приводила в резкому снижению эффективности действия Этрела (рис. 1).

Эффективность действия Этрела зависит не только от генетической предрасположенности растений кабачка к типу цветения, концентрации и кратности применения препарата, но и большую роль играет проведение обработок во время определенного этапа развития растений (табл.1).

Полученные в ходе исследований результаты, позволили выявить наиболее чувствительные к действию препарата стадии роста растений кабачка и оптимальное их сочетание для различных линий, обеспечивающее достаточную и максимальную длительность сдерживания цветения мужских цветков.

Однократная обработка показала, что растения кабачка всех линий более отзывчивы на действие Этрела в фазы развития 4-х и 5-ти настоящих листьев (н.л.), но диапазон активных концентраций ($P_{отср}$ 5 суток) при обработке на стадии 5н.л. несколько шире (табл.1). Поэтому, более продолжительное сдерживание цветения мужских цветков при использовании двух последовательных обработок раствором Этрела проявилось в вари-

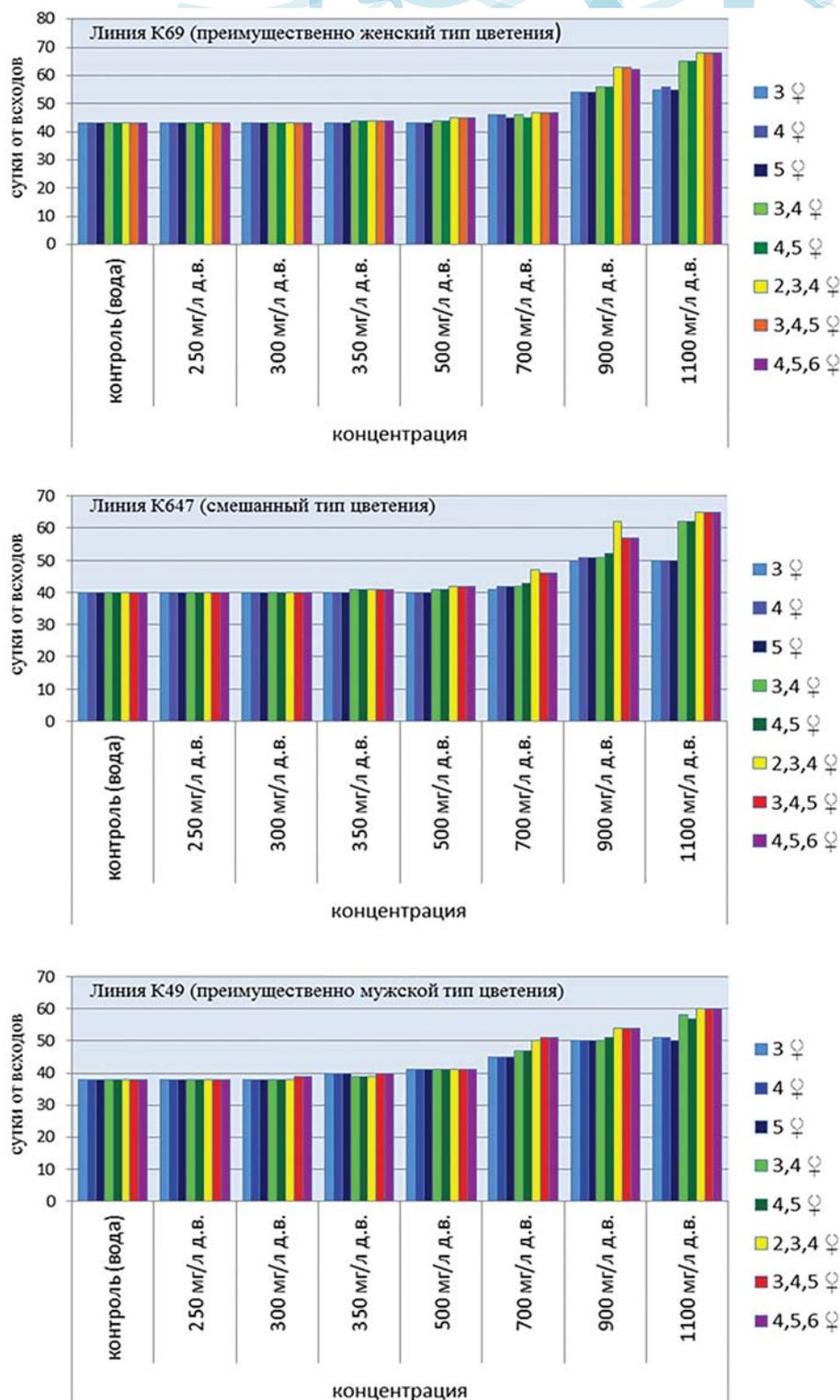


Рис. 2. Продолжительность межфазного периода «всходы - начало цветения женских цветков» растений кабачка в зависимости от концентрации, кратности и фазы обработок Этрелом (СЦ «Гавриш», г. Крымск, 2011-2014 годы)

анте 4+5 н.л. Эффект сдерживания в диапазоне активных концентраций (350-700 мг/л д.в.) в среднем на 2 суток превосходил вариант с обработкой на более ранних фазах развития 3+4 н.л. Особенно заметна разница этих вариантов на линии К647 - увеличение $P_{отср}$ с 14 суток в варианте 3+4 н.л. до 20 суток при обработке

4+5 н.л. при концентрации 500 мг/л д.в.

Последовательная обработка на трех различных этапах развития растений, в фазы 2+3+4 н.л., 3+4+5 н.л. и 4+5+6 н.л., дает положительный результат от 4 до 26 суток сдерживания цветения мужских цветков, в зависимости от используемой кон-



центрации и родительской линии (табл. 1). При обработке в фазы 3+4+5 настоящих листьев наблюдается тенденция роста эффективности препарата, по сравнению с обработками в фазы 2+3+4 и 4+5+6 н.л. на всех испытуемых генотипах. Исключение составляют варианты с использованием высоких концентраций >700 мг/л д.в., которые оказывают негативное влияние на скорость развития растений, существенно удлиняя межфазный период от появления всходов до начала цветения женских цветков (рис.2). Так, у всех изучаемых линий: К69, К 647 и К49, даже при однократной обработке высокими концентрациями, растения кабачка вступают в фазу цветения позднее на 10 суток, чем в контроле, а при трехкратной обработке эта фенофаза увеличивается более, чем на 20 суток.

В связи с тем, что по нашим предварительным наблюдениям и литературным данным [1,6,10,11]. Этрел в диапазоне эффективных концентраций, сдерживая цветение мужских цветков, может оказывать и определенное фитотоксическое действие на рост и развитие растений кабачка, что соответственно влияет на успех гибридного семеноводства этой культуры. Для детального изучения этого вопроса, в качестве основного объекта была выбрана наиболее чувствительная к действию Этрела линия К69 – материнский компонент перспек-

тивной гибридной комбинации, основной зоной семеноводства которой является Краснодарский край.

Для оценки влияния препарата на рост и развитие растений кабачка, проведены измерения биометрических признаков растений на 51 сутки после всходов (массовое завязывание плодов) и на 68 сутки (начало созревания семенных плодов). Учеты проводились на всех опытных делянках, кроме вариантов с однократной обработкой, которая в условиях

Краснодарского края оказалась малоэффективной для ведения гибридного семеноводства кабачка.

Установлено, что доля влияния изучаемых факторов, таких как «концентрация» и «фаза обработки», на основные количественные признаки различна и зависит от стадии развития семенного растения. Так, увеличение концентрации препарата при трехкратных обработках наибольшее влияние оказывает на такие признаки, как длина основного побега и масса надземной части, при этом тенденция уменьшения этих параметров растений сохранялась вплоть до закладки семенников (рис. 3) и в среднем составляло 5-22% и 10-50% от контроля. Доля влияния «концентрации» на данные признаки составила 56-89% и 90-93% соответственно.

Другая пара количественных признаков: средняя длина междоузлий и длина черешка листа в среднем ярусе, на начальных этапах роста, более чувствительны к изменению рабочей концентрации препарата (доля влияния в среднем 82%), но при дальнейшем развитии растений

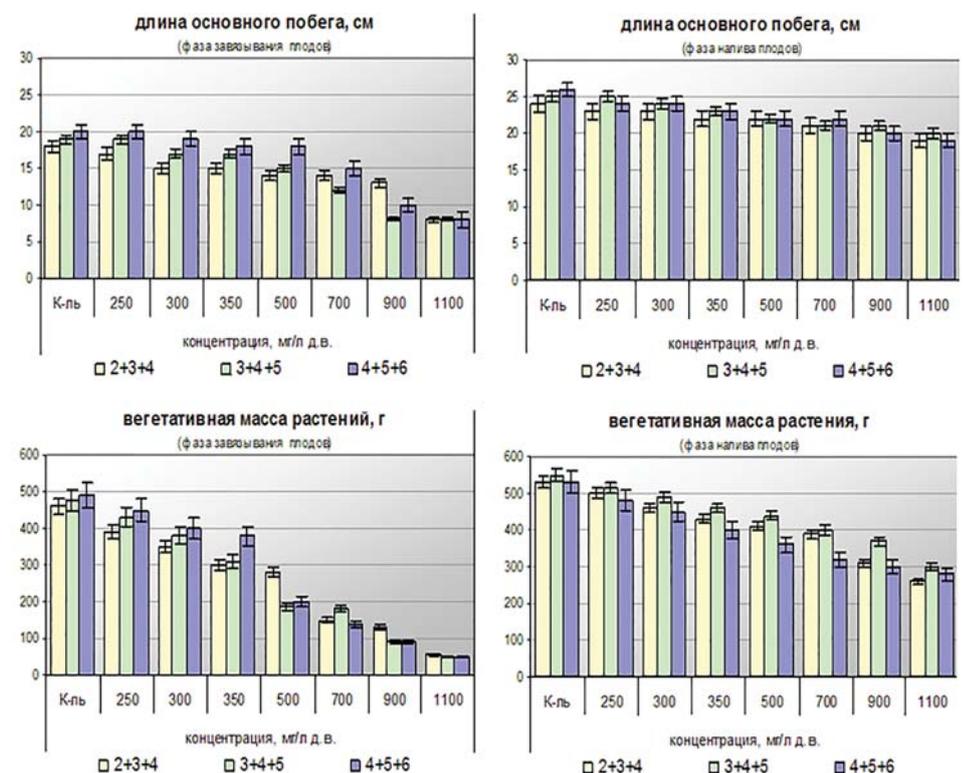


Рис.3. Изменение длины основного побега и массы надземной части на разных стадиях развития растений кабачка в зависимости от концентрации и фазы обработок Этрелом (СЦ «Гавриш», г. Крымск, 2011-2014 годы).

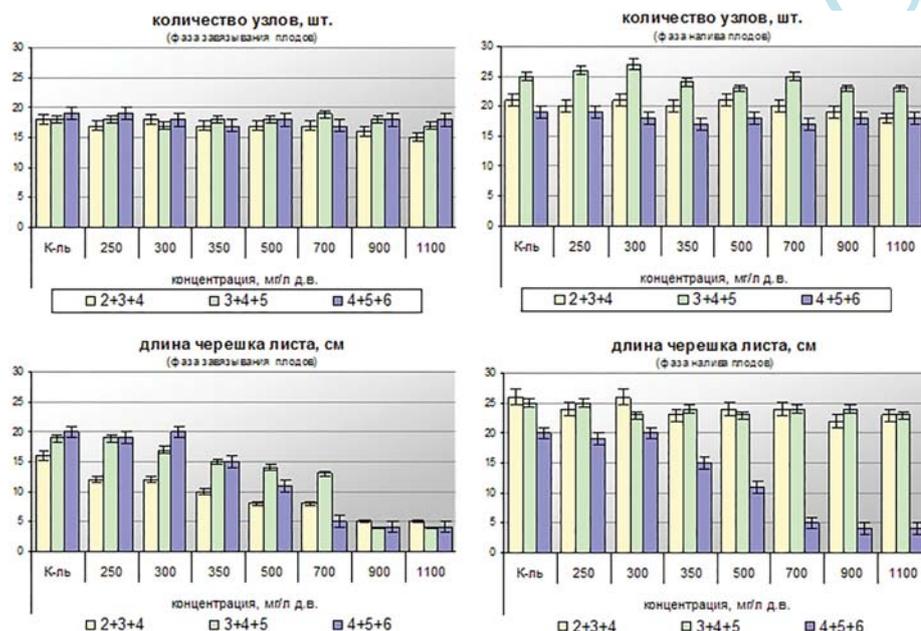


Рис. 4. Изменение количества узлов и средней длины черешка листа на разных стадиях развития растений кабачка в зависимости от концентрации и фазы обработок Этрелом (СЦ «Гавриш», г. Крымск, 2011-2014 годы).

существенно возрастает доля влияния фактора «фазы обработок» (доля влияния в среднем 65%).

Снижение количественных характеристик признака «длина черешка листа в среднем ярусе» опытных растений на этапе формирования

семенников в среднем составило 20% относительно контроля (рис. 4). В то же время, на закладку продуктивных узлов обработка растений разными концентрациями Этрела в начале вегетации практически не влияла, а отмеченная к концу вегетации разни-

ца между опытными вариантами в основном была обусловлена стадией развития растений при их первом опрыскивании (рис.4). В данном случае оптимальным сроком начала применения препарата можно считать фазу 3 настоящих листа.

Заключение

Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует, что в условиях Краснодарского края 2-3-х кратное применение Этрела в диапазоне концентраций 350-700 мг/л д.в. эффективно влияет на смещение сексуализации растений кабачка в мужскую сторону, при последовательных обработках на стадиях развития 4+5 н.л. и 3+4+5 н.л. соответственно. Снижение (<250 мг/л д.в.) или повышение (>700 мг/л д.в.) концентрации рабочего раствора препарата приводит к резкому снижению его сдерживающего эффекта на появление мужских цветков на растении, а при использовании высоких концентраций (>700 мг/л д.в.) происходит увеличение периода «всходы – начало цветения женских цветков». Влияние



THE EFFECT OF ETHREL ON THE DURATION OF FLOWERING OF MALE FLOWERS SQUASH PLANTS WITH DIFFERENT GENETIC EXPRESSIVENESS OF FLOWER GENDER IN THE KRASNODAR REGION CONDITION

Gish R.A.¹, Chaykin K.O.²

¹Kuban State Agrarian University
²LTD «Research Institute of Vegetable Growing Greenhouse», Russia, Krasnodar region, Krymsk district, Novoukrainsky
E-mail: chaikin@gavrish.ru

Summary

Depending on the genotype of monoecious plants Cucurbitaceae family may have different gender expressions: predominantly female, mixed and predominantly male type of flowering. However, the degree of sexual differentiation can be changed under the influence of abiotic and endogenous factors. Among the chemicals that affect the level of female flowering in pumpkin crops, preparations based on 2-chloroethylphosphonic acid (Ethephon or Etrelle) are the most promising for hybrid seed production. Study of plant response of squash Cucurbita pepo var. giromontina with varying sex expressions on the treatments with Etrelle revealed common conformities and specificities of preparation action in the condition of Krasnodar region. It is shown the use of treatment once is not effective even if the high concentration range, 500-1100 mg/L, was taken. On gender switch was effectively influenced successive plant treatments with Etrelle at stages of 3-5 true leaves in a wide concentration range from 250 to 700 mg/L, where the restraining was that the start of male flower blossoming was 14-25 days after female flower blossoming. K69 line with predominantly female flowering was more responsive to the variation of concentration and frequency of treatments whereas the line K49 with male flowering was less responsive to the frequency of treatments. It is shown that in the range of effective concentrations, Etrelle may have phytotoxic effects on the growth and development of squash plants at the time of restraining flowering of male flowers. It is important to take that into account when choosing a regime of preparation treatments for chemical castration of maternal forms in hybrid seed production of this crop.

Keywords: hybrid seed, squash, processing, seeds, Etrelle (2 HEFK).

препарата в диапазонах промежуточных концентраций, имеет более специфичный характер и зависит от генетической предрасположенности растений к типу цветения.

В наименьшей степени от сочетания факторов «кратность и фазы обработок», зависит реакция линии K49 с преимущественно мужским типом цветения, у которой, в то же время, эффективное сдерживание цветения мужских цветков на растениях отмечено в самом узком диапазоне концентраций (300-500 мг/л д.в.). Наиболее отзывчивой к кратности обработок и чувствительной к изменению дозы Этрела является линия K69, с преимущественно женским типом цветения. У данной линии по мере увеличения кратности существенно расширяется границы диапазона эффективных концентраций препарата, что дает возможность при трехкратной обработке существенно снизить концентрацию рабочего раствора, более чем на 100 мг/л д.в., по сравнению с двукратной обработкой.

То есть, для практического применения препарата Этрел, в гибридном семеноводстве кабачка, в условиях Краснодарского края, оптимальным следует считать трехкратную обработку растений - последовательно на

стадиях развития 3, 4 и 5 н.л. При этом, концентрация препарата в растворе в зависимости от генотипа материнской формы находится в диапазоне 250-350 мг/л д.в. и уточняется опытным путем.

Обработка растений Этрелом в диапазоне концентраций 500-700 мг/л д.в., наиболее эффективно задерживающих начало цветения мужских цветков, приводит к общему ингибированию ростовых процессов у растений кабачка и существенному отставанию развития опытных растений практически до конца периода вегетации. В итоге, использование концентраций 500-700 мг/л д.в. снижает урожайность гибридных семян, в зависимости от варианта от 20% до 70%, относительно контрольных растений.

В результате исследований был предложен и апробирован на семеноводческих посевах гибридного питомника регламент применения препарата Этрел в условиях Краснодарского края для перспективной гибридной комбинации F₁ 831/14, что дало возможность организовать товарное производство качественных семян этого F₁ гибрида кабачка в ООО «СЦ Гавриш» без использования ручного труда в процессе опыления.

Литература

1. Байдулов Э.В., Пискунова Н.А., Яковлева Е.Н., Воробьева Н.Н. Этрел влияет на рост и развитие кабачка и тыквы // Картофель и овощи. – 2008. – №3. – С.33.
2. Долженко М. В. Создание скороспелых гетерозисных гибридов F1 кабачка для Нечерноземной зоны России//Автореферат диссертации, 2009
3. Дютин К.Е. Некоторые проблемы современной селекции бахчевых культур //Селекция и семеноводство овощных культур в 21 веке: Сб. ст. М., 2000. – С. 239-240.
4. Коротцева И.Б., Кочеткова Л.А. Влияние пола отцовской формы на выраженность этого признака у гибридов F1 огурца // Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства овощных культур: Сб. ст. М., 2005. – С. 111-115.
5. Кулаева О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский образовательный журнал. 1998.-N 11.-С.78-84.
6. Сутулова, В.И. Определение потенциальной продуктивности

огурца при воздействии регуляторами роста. // Докл. ВАСХ-НИЛ. – 1981. - № 5. - С. 43-44.

7. Чайкин К.О. Регулятор роста Этрел в гибридном семеноводстве кабачка // Гавриш. – 2015.-№ 3.-С.52-55.
8. Cantliffe D.J. Alteration of sex expression in cucumber due to changes in temperature, light intensity, and photoperiod // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1981. – Vol. 106. – №2. – P. 133-136.
9. Lower L.R., Pharate D.M., Horst E.K. Effects of silver nitrate and gibberellic acid on gynocious cucumber // Cucurbit Genet. Coop. Rpt. – Vol. 1. – P. 8-9.
10. Rudich J., Halevy A.H., Kedar N. Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression // Plant Physiology. – 1972. – Vol. 49. – №6. – P. 998-999.
11. Testi R, Lercari B. Aspettitecnidellaproduzione del semeibrido di zucca da zucchini (Cucurbita pepo L.) //SementiElette, 1977ю – Т.23. – №1. – С.45-49.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Изд-во «Колос», 1985. – 350 с.