

2. Казаровец, Н.В. Сбалансированное кормление молодняка крупного рогатого скота / Н.В. Казаровец, В.А. Люндышев, В.Ф. Радчиков и др.; под.общ. ред. В.А. Люндышева. – Минск.: БГАТУ, 2012. – 280 с.
3. Холод, В.М. Клиническая биохимия / В.М. Холод, А.П. Курдеко. – Витебск, 2005. – Ч. 1. – 188 с.

УДК 636.5: 636.086.416

ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ГЕНОТИПОВ РАСТЕНИЙ РОДА *TAGETES L.* КАК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ КАРОТИНОИДОВ ДЛЯ БИОДОБАВОК В ПТИЦЕВОДСТВЕ

Н.В. Максименко¹, В.Н. Прохоров²

¹ – «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Республика Беларусь

² – «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича», г. Минск, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 16.07.2014 г.)

Аннотация. В статье представлена характеристика основных видов рода *Tagetes L.* по содержанию каротина в соцветиях. Изучены различные генотипы растений из рода *Tagetes L.* в качестве перспективных источников каротиноидов для биодобавок в птицеводстве.

Summary. In the article is characteristic of the genus *Tagetes L.* and keeping of carotin in the inflorescences. Research of various genotypes of plants of the genus *Tagetes L.* as perspective sources of carotinoids for biological additives in the poultry farming.

Введение. Бархатцы (*Tagetes L.*) относятся к семейству астровые (*Asteraceae*). Это одно из самых крупных семейств, многие виды которого широко используются человеком во всем мире. В нем насчитывают до 1300 родов и более 25000 видов. Род *Tagetes L.* включает от 26 до 30 видов, произрастающих в основном в Центральной Америке [1].

В последние годы появилось новое направление в пищевой промышленности – пищевой дизайн (food design), ориентированное на получение продукции животноводства с заданными свойствами путем целенаправленного изменения рациона кормления животных. Потребители предпочитают употреблять в пищу яйца с желтком золотисто-желтого цвета, кроме того, такие яйца придают золотисто-желтые оттенки макаронным изделиям, выпечкам разного рода, соусам и т.д. А цвет яичных желтков напрямую зависит от наличия в корме каротиноидов. Поэтому применительно к птицеводству известно использование специально разработанных добавок с целью получения яркой окраски желтков яиц.

Наиболее известными источниками каротиноидов (каротинов и ксантофиллов) в корме кур-несушек являются кукуруза, люцерна и травы, содержащие в основном каротиноиды, известные под общим названием ксантофиллы или оксикаротиноиды, а именно лютеин и зеаксантин. Эти пигменты усваиваются в кишечнике птицы и концентрируются в яичном желтке. Причем именно ксантофиллы, в отличие от каротинов, придают более интенсивную окраску желтку [2-4].

Наличие в желтке яиц достаточного количества ксантофиллов не только определяет насыщенный цвет желтка, но и является необходимостью. Установлено, что «срок службы» человеческого глаза и его зрительная работоспособность в значительной степени зависят от достаточного потребления лютеина и зеаксантина (70% лютеина и зеаксантина от их общего содержания в глазу сосредоточено в желтом пятне сетчатки глаз). При рождении человек получает необходимую дозу лютеина и зеаксантина с молоком матери, но под воздействием неблагоприятных условий окружающей среды (особенно фототоксического действия коротковолнового света) их количество в организме человека снижается. Для сохранения определенного баланса лютеина и зеаксантина в организме человека необходимо их постоянное поступление с пищей (90% лютеина и зеаксантина усваиваются человеческим организмом при поступлении их с пищей). Наиболее насыщенными пищевыми продуктами по оксикаротиноидам являются яичные желтки [5]. Поэтому добавление в корм для кур несушек именно ксантофиллов является необходимостью для получения яичной продукции, обладающей не только хорошим дизайном, но и пользой для организма человека.

Рекомендации по содержанию в кормах каротиноидов в основном ограничиваются определением суммы каротиноидов, т.к. в условиях птицефабрик трудно проанализировать корма на содержание каротинов и ксантофиллов отдельно.

Особый интерес представляют растения рода *Tagetes* L. в связи с их практической значимостью в качестве возможных источников биологически активных веществ, особенно большому количеству лютеина, содержащегося в лепестках [7]. В этой связи изучение различных сортов и видов рода *Tagetes* L. позволит выделить из них наиболее перспективные для использования в птицеводстве, а также и в других различных областях народного хозяйства. Установлено, что при использовании в качестве кормовой добавки в рационах кур-несушек и цыплят-бройлеров растительного сырья бархатцев уровень накопления ксантофиллов в желтке яиц повышался в 2-2,5 раза [8].

Растения рода *Tagetes* L., благодаря большому количеству лютеина, содержащегося в лепестках, являются одним из главных промышленных

источников получения ксантофилла [9]. Многочисленные исследования свидетельствуют о связи между поступлением лютеина в организм человека, увеличением плотности макулярного пигмента и снижением риска развития возрастной макулярной дегенерации (ВМД) [2, 6, 10].

Цель работы – изучить различные генотипы растений из рода *Tagetes* L. в качестве перспективных источников каротиноидов для биодобавок в птицеводстве.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению коллекции рода *Tagetes* L. выполняли на протяжении 2010-2013 гг. на кафедре плодоовощеводства УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» на высоко окультуренной дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой лессовидным суглинком.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 6,5–6,8, содержание P_2O_5 (0,2 М HCl) – 390–410 мг/кг, K_2O (0,2 М HCl) – 370–390 мг/кг почвы, гумуса (0,4 н $K_2Cr_2O_7$) – 2,9–3,1% (индекс агрохимической окультуренности 1,0).

Всего в коллекции бархатцев насчитывалось 39 различных сортов-разцов, представленных тремя видами: бархатцами отклоненными (*Tagetes patula* L.), бархатцами прямостоячими (*Tagetes erecta* L.), бархатцами тонколистными (*Tagetes tenuifolia* Cav.).

Уборку соцветий бархатцев проводили в фазу массового цветения. Содержание каротина в соцветиях определяли по методу Циреля [2].

Исследования по применению биодобавок из соцветий бархатцев проводились на птицефабрике «Елец» (д. Лыково Могилевского района Могилевской области).

Для проведения опыта были отобраны куры-несушки (породы Белый Хайсекс). Куры-несушки были разбиты на три группы (по 10 шт.), каждой группе скармливался определенный сорт бархатцев. Контрольной группе скармливался комбикорм КДП-1. Первой группе в комбикорм КДП-1 добавляли измельченные соцветия бархатцев сорта Лимончики (лимонно-желтая окраска соцветий), второй – Кармен (темно-бордовая окраска соцветий).

В рацион каждой курицы-несушки в опытных вариантах входило 125 г комбикорма КДП-1 и 5 г измельченных соцветий бархатцев, т.е. доля биодобавки составляла в общей структуре корма около 4%.

Кормление с добавкой из бархатцев продолжалось в течение 10 дней. Затем проводили анализ на содержание каротиноидов в желтке яиц по методике О.И. Маслиевой [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ генотипов, представленных в коллекции на содержание каротина в соцветиях растений рода *Tagetes* L., показал, что его большая концентрация отмечена у

большинства образцов с оранжевой и темно-бордовой окраской соцветий; меньшая – у сортообразцов с белой и желтой окраской соцветий (таблица).

Таблица – Содержание каротина в соцветиях бархатцев, среднее за 2011–2013 гг.

Сортообразец	Вид	Окраска соцветия	Каротин, мг/кг
1	2	3	4
Монетта	<i>Tagetes patula</i>	Желто-бордовая	186
Золотой малыш	<i>Tagetes patula</i>	Желтая	176
Прима голд	<i>Tagetes patula</i>	Оранжевая	328
Саншайн	<i>Tagetes patula</i>	Желтая	144
Лимонный низкий	<i>Tagetes patula</i>	Желтая	146
Биколор	<i>Tagetes patula</i>	Оранжево-бордовая	114
Гармония	<i>Tagetes patula</i>	Коричнево-золотистая	216
Дэйнти Мариетта	<i>Tagetes patula</i>	Желто-оранжевая	165
Оранжевое пламя	<i>Tagetes patula</i>	Оранжевая	186
Медовые соты	<i>Tagetes patula</i>	Оранжево-желтая	114
Брокада	<i>Tagetes patula</i>	Оранжево-желтая	597
Купидо	<i>Tagetes patula</i>	Темно-бордовая	223
Золото Маккенны	<i>Tagetes patula</i>	Желто-бордовая	71
Лимончики	<i>Tagetes patula</i>	Лимонно-желтая	83
Супергигант	<i>Tagetes patula</i>	Оранжевая	113
Джоло Джестер	<i>Tagetes patula</i>	Оранжевая	95
Боlero	<i>Tagetes patula</i>	Желто-оранжевая	330
Кармен	<i>Tagetes patula</i>	Красно-коричнево-желтая	356
Черный бархат	<i>Tagetes patula</i>	Темно-бордовая	125
Валенсия	<i>Tagetes patula</i>	Золотисто-желто-оранжевая	211
София	<i>Tagetes patula</i>	Желто-оранжевая	121
Максимус	<i>Tagetes patula</i>	Оранжевая	434
Мистер Маджестик	<i>Tagetes patula</i>	Оранжево-желтая	502
Вишневый браслет	<i>Tagetes patula</i>	Темно-бордовая	639
Золотой купидон	<i>Tagetes erecta</i>	Желтая	107
Оранжевый купидон	<i>Tagetes erecta</i>	Ярко-оранжевая	431

Продолжение таблицы

1	2	3	4
Калиманджаро	<i>Tagetes erecta</i>	Белая	85
Родос	<i>Tagetes erecta</i>	Оранжевая	238
Мона желтая	<i>Tagetes erecta</i>	Желтая	103
Мона оранжевая	<i>Tagetes erecta</i>	Оранжевая	225
Улыбка	<i>Tagetes erecta</i>	Золотисто-желтая	140
Апельсин	<i>Tagetes erecta</i>	Оранжевая	259
Желтый камень	<i>Tagetes erecta</i>	Золотисто-желтая	105
Фантастик	<i>Tagetes erecta</i>	Ярко-оранжевая	395
Оранжевый принц	<i>Tagetes erecta</i>	Оранжевая	462
Золотой принц	<i>Tagetes erecta</i>	Желтая	95
Гавайи	<i>Tagetes erecta</i>	Оранжевая	479

Лулу	<i>T. tenuifolia</i>	Желтая	104
Карина	<i>T. tenuifolia</i>	Оранжевая	234

У сортообразцов бархатцев отклоненных *Tagetes patula* L. наибольшее содержание каротина в среднем за годы исследований отмечено у сортообразцов Вишневый браслет (639 мг/кг, темно-бордовая окраска соцветия), Брокада (597 мг/кг, оранжево-желтая окраска), Мистер Маджестик (502 мг/кг, оранжево-желтая окраска), Максимус (434 мг/кг, оранжевая окраска), Кармен (356 мг/кг, красно-коричнево-желтая окраска) и Прима голд (328 мг/кг, оранжевая окраска соцветия). Наименьшее содержание каротина получено у сортообразцов Джולי Джестер (95 мг/кг, оранжевая окраска соцветия), Лимончики (83 мг/кг, желтая окраска) и Золото Маккенны (71 мг/кг, желто-бордовая окраска соцветия).

У сортообразцов бархатцев прямостоячих *Tagetes erecta* L. наибольшее содержание каротина отмечено у сортообразцов Гавайи (479 мг/кг, оранжевая окраска соцветия), Оранжевый принц (462 мг/кг, оранжевая окраска), Оранжевый купидон (431 мг/кг, ярко-оранжевая окраска) и Фантастик (395 мг/кг, ярко-оранжевая окраска соцветия). Наименьшее содержание каротина получено у сортообразцов Золотой купидо (107 мг/кг, желтая окраска соцветия), Мона желтая (103 мг/кг, желтая окраска), Золотой принц (95 мг/кг, желтая) и Калиманджаро (85 мг/кг белая окраска соцветия).

У сорта бархатцев тонколистных *Tagetes tenuifolia* Cav. Лулу с желтой окраской соцветия содержание каротина оказалось 104 мг/кг, у сорта Карина с оранжевой окраской соцветия – 234 мг/кг.

После оценки сортов и гибридов бархатцев на содержание каротина, генотипы, имеющие значительные отличия по данному показателю (сортообразец Кармен, 356 мг/кг и сортообразец Лимончики, 83 мг/кг), были использованы в виде кормовой добавки для изучения их влияния на качество получаемой продукции в птицеводстве.

В 2010 г. в контрольной группе без применения измельченных соцветий бархатцев содержание каротиноидов в желтке куриных яиц составило 10,8 мкг/мг (рисунок 1). В первой группе, где использовались бархатцы с лимонно-желтой окраской соцветия сорта Лимончики, содержание каротиноидов оказалось 20,5 мкг/мг. Во второй группе в результате применения бархатцев с темно-бордовой окраской соцветий сорта Кармен содержание каротиноидов увеличилось до 33,5 мкг/мг.

Проведение повторных анализов через 5 дней после окончания кормления измельченными соцветиями бархатцев показало, что включение такой биодобавки имеет определенный пролонгированный эффект – содержание каротиноидов в вариантах с бархатцами увеличилось до 27,0 (лимонно-желтая окраска соцветия) и 37,0 (темно-бордовая окраска со-

цветия) мкг/мг. Еще через 5 дней содержание каротиноидов стало снижаться – соответственно 8,6 (контрольная группа), 16,0 и 21,0 мг/кг (применение бархатцев).

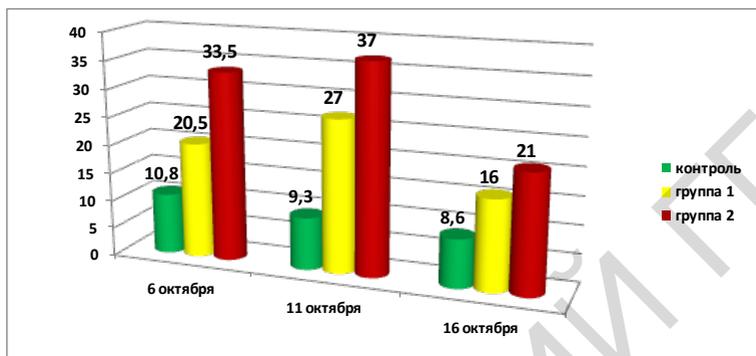


Рисунок 1 – Влияние биодобавки из измельченных соцветий бархатцев на содержание каротиноидов в желтке яиц, мкг/мг, 2010 г.

В 2013 г. в контрольной группе содержание каротиноидов в желтке куриных яиц составило 6,7 мкг/мг; в первой группе, где использовались бархатцы с лимонно-желтой окраской соцветия сорта Лимончики, – 25,8 мкг/мг; во второй группе, где использовались бархатцы с темно-бордовой окраской соцветия сорта Кармен – 31,4 мкг/мг (рисунок 2).

Через 5 дней после окончания кормления содержание каротиноидов в желтке в группах с применением соцветий бархатцев возросло до 29,0 и 35,0 мкг/мг, затем снизилось до 13,5 (сорт Лимончики) и 19,5 (сорт Кармен) мкг/мг.

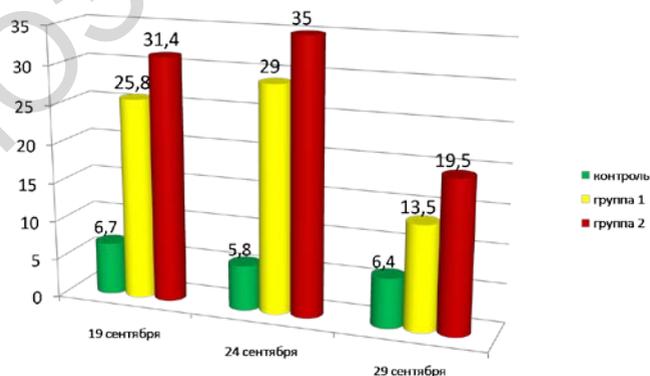


Рисунок 2 – Влияние биодобавки из измельченных соцветий бархатцев на содержание каротиноидов в желтке яиц, мкг/мг, 2013 г.

Закключение. Анализ генотипов различных видов бархатцев (*Tagetes patula* L., *Tagetes erecta* L., *Tagetes tenuifolia* Cav.), представленных в коллекции БГСХА, показал, что они существенно отличаются по содержанию каротина в соцветиях.

Большее содержание каротина отмечено у сортообразцов с оранжевой и темно-бордовой окраской соцветия (328-639 мг/кг), меньшее – у сортообразцов с белой и желтой окраской соцветия (71-107 мг/кг).

В исследованиях установлена высокая эффективность добавления измельченных соцветий бархатцев в основной корм кур-несушек для повышения содержания каротиноидов в яичном желтке и интенсивности его окраски. В контрольной группе кур-несушек при использовании корма без соцветий бархатцев содержание каротиноидов в желтке яиц составило 6,7-10,8 мкг/мг.

Добавка в корм измельченных соцветий бархатцев с лимонно-желтой окраской соцветия увеличила содержание каротиноидов в желтке до 20,5-25,8 мкг/мг; измельченных соцветий бархатцев с темно-бордовой окраской – до 31,4-33,5 мкг/мг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификатор рода *Tagetes* L. (Бархатцы). – Л.: ВИР, 1988. – 15 с.
2. Максименко, Н.В. Оценка различных генотипов рода *Tagetes* L. как перспективных источников исходного материала для селекции на хозяйственно-ценные признаки / Н.В. Максименко, В.Н. Прохоров // Ботаника. – 2013. – Вып. 42. – 359-375 с.
3. Подгорная, Ж.В. Исследование цветков бархатцев распростертых (*Tagetes patula* L.) с целью получения биологически активных веществ: автореф. дисс. канд. мед. наук: 15.00.02 / Ж.В. Подгорная. – Пятигорск, 2008. – 25 с.
4. Ромашко, А.К. Пути повышения качества продукции птицеводства / А.К. Ромашко, А.И. Киселев // Белорусское сельское хозяйство. – 2010. – № 1. – 38-43 с.
5. Трофимова, Н.Н. Каротиноиды. Функциональная роль каротиноидов желтого пятна сетчатки глаза / Н.Н. Трофимова // Сенсорные системы. – 2003. – Том 17, №3. – 198-208 с.
6. Chemical constituents of *tagetes patula* / H. Bano et. al // Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2002. – Vol. 15, Nr. 2. – 1-12 p.
7. Efecto de *Tagetes* spp. Sobre dos afidos plagas de *Lactuca sativa* (L.) / S. Russo, S.M. Rodriguez, S. Delfino, M. Badiola // Rev. Fac. Cienc. Agr. – 2005. – Vol.37, Nr. 1 – 55-59 p.
8. Insecticidal, repellent, antimicrobial activity and phytotoxicity of essential oils: with special reference to limonene and its suitability for control of insect pests / M.A. Ibrahim et. al // Agr. Food Sc. in Finland. – 2001. – Vol.10, Nr. 3. – 243-259 p.
9. Optimizing marigold (*Tagetes erecta* L.) petal and pigment yield / T.L. Bosma, J.M. Dole, N.O. Maness // Crop Sc. – 2003. – Vol. 43, Nr. 6 – 2118-212 p.
10. Phenolic, flavonoid, and lutein ester content and antioxidant activity of 11 cultivars of Chinese marigold / Li Wei, Gao Yan Xiang, Zhao Jian, Wang Qi // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2007. – Vol.55, Nr. 21. – 8478-8484 p.