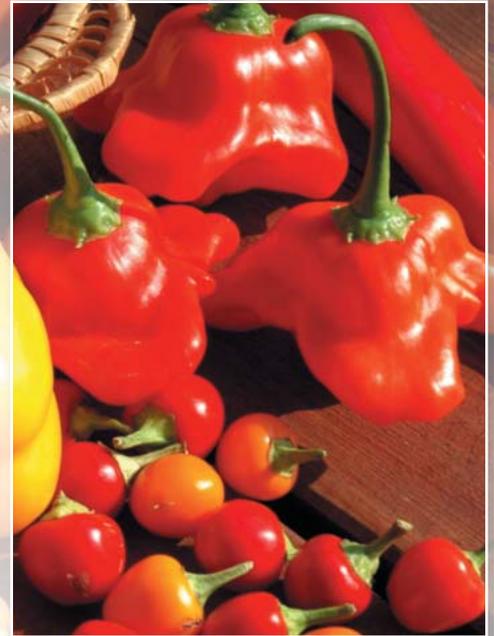


УДК 635.649:581.19

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ ОСТРОТЫ ПЛОДОВ ПЕРЦА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ



Кекина Е.Г. – кандидат биол. наук, научный сотрудник
лаборатории применения агрохимических средств в семеноводстве
Голубкина Н.А. – доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории
применения агрохимических средств в семеноводстве овощных культур
Мамедов М.И. – доктор с.-х. наук, зав лабораторией селекции и семеноводства пасленовых культур
Джос Е.А. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник
лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур
Пышная О.Н. – доктор с.-х. наук, зам. директора
Надежкин С.М. – доктор биол. наук, зав. лабораторно-аналитического центром

ФГБНУ Всероссийский НИИ селекции и семеноводства овощных культур
143080, Московская обл., Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14
E-mail: tubaris-mamedov@yandex.ru

Проведена сравнительная оценка уровня остроты и количественное содержание капсаициноидов в плодах органолептическим, спектрофотометрическим и ВЭЖХ методами в 20 образцах и гибридах перца острого коллекции ВНИИССОК. Интервал наблюдаемых концентраций капсаицина составил 1,0-7,15 мг/г сухой массы, уровень остроты по шкале Сковилла – (17440-153120) SHU. Установлена прямая корреляция между органолептической оценкой остроты плодов перца и содержанием капсаицина, определенным спектрофотометрическим и ВЭЖХ методами. Показано, что спектрофотометрический метод дает завышенные значения концентрации капсаицина в плодах перца острого, особенно при малом содержании капсаицина, что связано с отсутствием хроматографического разделения компонентов спиртового экстракта.

Ключевые слова: капсаицин, перец острый, органолептический и инструментальные методы.

Отличительной особенностью перца острого является способность синтезировать алкалоиды – капсаицины, – ответственные за острый вкус плодов. Эти соединения представляют собой ванилиламины с остатками жирных кислот разной длины углеводородной цепи (Reyes-Escogido et al., 2011). К наиболее распространенным капсаицинам относят

капсаицин и дигидрокапсаицин, содержание которых в плодах достигает 90%, из которых капсаицин составляет около 71% для большинства острых сортов (Kosuge, Furuta, 1970). Повышенный интерес к селекции острых сортов перца определяется высокой биологической активностью капсаицинов, проявляющейся в антиоксидантном действии

(Materska, Perucka, 2005), антиканцерогенной защите (Macho et al., 2003), улучшении энергетического обмена и подавлении процесса аккумуляции жира (Watanabe et al., 1987), а также в противовоспалительном (Bacconja et al., 2010) и противоязвенном действии (Mozsil et al., 2005).

Острота перца оценивается по шкале Сковилла и имеет 5 уровней:

1) не острые (0-700 SHU), 2) слабо острые (700-3000), 3) умеренно острые (3000-25000), 4) острые (25000-70000) и 5) очень острые (более 80000 SHU) (Weiss, 2002). Следует, однако, отметить, что в настоящее время органолептический тест остроты перца все чаще заменяют на хроматографические методы оценки, которые обеспечивают большее удобство и точность (Nwoke et al., 2010). Концентрация соединений группы капсаицина обычно составляет от 0,1 до 2,5 мг/г (Parrish, 1996). Для сортов перца, относящихся к разным видам: *Capsicum annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense* установлено содержание капсаицина от 0,22 до 20 мг/г сухой массы (Thomas et al., 1998). По данным Вајај (1980), содержание капсаицина в плодах перца острого варьирует от 7,6 до 497,0 мг/100 г спелых плодов и 278-404,5 мг/100 г зеленых.

Капсаицин относится к группе природных антиоксидантов, способных улавливать свободные радикалы, присоединяться к белкам и участвовать в сигнальной системе организма человека (Padayatty et al., 2003). Известно, что различные виды и сорта перца сильно различаются по морфологическим характеристикам и биохимическому составу, определяемому генотипом, а также характерными особенностями окружающей среды (Wahyuni et al., 2011; Hornero-Mendez et al., 2002; Topuz, Ozdemir, 2007).

Целью настоящей работы была оценка уровня остроты и количественного содержания капсаициноидов у 20-и сортообразцов и гибридов перца острого, выращенного в условиях защищенного грунта Московской области с использованием органолептического и инструментальных методов анализа.

Материалы и методы

Исследован 21 сорт и гибрид (Bhut jolokia, Sukanya, Rocoto, Black, Habolokia, Рябинушка, Декоративный, Меч, Идея, Конопушка, Burkina Yellow, Scorpion Morouga Trinidad, Caimarca, Pimenta Barra Do Ribiero, Trinidad Scorpion Chocolate, Trinidad Dglaou, Maldivian, Beni Highlands, Peruviana, Lanterna) перца острого коллекции ВНИИССОК, относящихся к видам *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. pubescens*, *C. chinense*, и межвидовому гибриду *C. chinense* x *C. frutescens* – *Bhut jolokia*. Растения выращивали в условиях пленочной теплицы с мая по сентябрь 2014 года. С каждого образца отбирали по 10-50 спелых плодов (в зависимости от размера плода) с двух наиболее типичных растений. Плоды высушивали до постоянной массы. 5 г плодов помещали в 100 мл колбу, содержащую 5 мл этанола, плотно закрывали и помещали в водяную баню при 80°C на 4 часа, периодически перемешивая. Затем образцы охлаждали, супернатант фильтровали и хранили при 5°C до начала анализа.

Содержание капсаицина определяли методом ВЭЖХ: подвижная фаза ацетонитрил – вода 50:50, скорость потока 0,9 мл/мин, температура колонки 60°C, температура образца 20°C, длина волны 222 нм. Колонка C18, размеры колонки 15x4,6, размер частиц 3 мкм, – а также спектрофотометрически (American Spice Trade Association, 1992; Голубкина и др., 2013). Показатель остроты перца устанавливали органолептически и по шкале Сквилла, по формуле $SHU = 1,6 \times 10^7 \times$ (содержание капсаицина) (Sanatombi & Sharma, 2008).

Максимум поглощения капсаицина и дигидрокапсаицина соответствует 281 нм, что позволяет определять эти капсаициноиды одновременно и спектрофотометрически (American Spice Trade Association, 1992).

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием критерия Стьюдента.



C. annuum Декоративный

Результаты и обсуждение

В таблице представлены результаты уровня остроты образцов перца, установленные органолептическим, спектрофотометрическим (шкала Сковилла) и ВЭЖХ методами. Средние концентрации капсаицина в исследуемых образцах находились в интервале концентраций 1,09-8,05 мг/г сухой массы. Наиболее острые сорта (*C. chinense* Trinidad Scorpion, Trinidad Dglahou, Maldivian и Bhut jolokia) соответствовали 137000-153000 SHU шкалы Сковилла, в то время как сорта с показателями 17400-23300 SHU были отнесены к группе умеренно острых.

Наименьшее количество капсаицина, установленное для образца *C. chinense* из Перу, определяется, по видимому, тем, что плоды были собраны в фазу технической спелости, когда содержание капсаицина еще не достигает максимума (Вајај, 1980). Полученные результаты соответствуют известным литературным данным по содержанию капсаицина в плодах различных видов *Capsicum* L. (Collins et al., 1995; Tilahun et al., 2013).

Исследованиями установлено (рис.1.), что содержание капсаицина, определенное спектрофотометрическим методом выше, чем по ВЭЖХ. Действительно, в

коротковолновой области спектра (около 280 нм) наблюдается максимум поглощения не только капсаицина, дигидрокапсаицина и нордигидрокапсаицина, но и некоторых других природных соединений. Поскольку спектрофотометрический метод не предусматривает выделение чистого капсаицина, то он дает завышенные результаты. Тем не менее, следует отметить, что в целях быстрой оценки сортообразцов и отбора индивидуальных растений с высоким содержанием капсаицина спектрофотометрический метод более удобен благодаря простоте и малому времени анализа.

Следует отметить, что органолептические исследования позволяют не только

Вид	Сорт	Органолептическая оценка остроты в баллах	Происхождение	Содержание капсаицина, мг/г сухой массы		Шкала Сковилла
				Спектрофотометрически	ВЭЖХ	
<i>C. chinense</i> x <i>C. frutescens</i>	Bhut jolokia *	10 и более	Индия	8,05	7,15	128800
<i>C. pubescens</i>	Sukanya	7	-	4,67	4,88	74720
<i>C. pubescens</i>	Rocoto	6-7	Эквадор	4,3	2,84	68800
<i>C. annuum</i> x <i>C. frutescens</i>	Рябинушка	5-6	ВНИИССОК	2,86	2,59	45760
<i>C. annuum</i>	Gish	1	США	2,35	1,0	21600
<i>C. annuum</i>	Black	2	США	3,41	1,1	22560
<i>C. annuum</i>	Конопушка	8-9	ВНИИССОК	4,12	4,3	65920
<i>C. annuum</i>	Меч	1-2	ВНИИССОК	2,12	1,5	28800
<i>C. annuum</i>	Идея	2-3	ВНИИССОК	2,8	2,0	44800
<i>C. annuum</i>	Декоративный	7	Италия	3,74	3,5	59840
<i>C. chinense</i>	Habolokia	8-9	Бразилия	5,79	5,3	92640
<i>C. chinense</i>	Burkina Yellow	10	Африка	6,34	4,03	101440
<i>C. chinense</i>	Scorpion Morouga Trinidad	10	Тринидад	6,57	5,52	105120
<i>C. chinense</i>	Caimarca	1	Перу	1,09	1	17440
<i>C. chinense</i>	Lantern	2	Италия	1,38	1,1	22080
<i>C. baccatum</i>	Pimenta Barra Do Ribiero	2	Бразилия	1,72	1,5	27520
<i>C. chinense</i>	Trinidad Scorpion Chocolate	9-10	Тринидад	9,04	7,1	144640
<i>C. chinense</i>	Trinidad Dglahou	9-10	Тринидад	9,57	7,5	153120
<i>C. chinense</i>	Maldivian	10	Мальдивы	8,57	6,5	137120
<i>C. chinense</i>	Beni Highlands	3	-	1,36	1,29	23360
Неизвестный	Peruviana	8	-	4,67	4,0	74720

*естественный гибрид (*C. chinense* x *C. frutescens*)

COMPARATIVE EVALUATION OF HOT PEPPER PUNGENCY BY ORGANOLECTIC AND INSTRUMENTAL METHODS

Kekina H.G., Golubkina N.A., Mamedov M.I., Djos H.A., Pishnaya O.N., Nadezhkin S.M.

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Breeding and Seed Production 143080, Russia, Moscow region, Odintsovo district, VNISSOK, Seletsionnaya st., 14
E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

Summary. A comparative evaluation of 20 hot pepper varieties according to pungency determination by organoleptic, spectrophotometric methods, and HPLC has been done. The capsaicin concentrations were in the range 1.0-7.15 mg/g d.w., pungency value - (17440-153120) SHU. A direct correlation between organoleptic analysis and capsaicin content determined spectrophotometrically and using HPLC was determined. Spectrophotometric method was shown to give elevated values of capsaicin concentration especially in samples with low pungency, that was related to lack of chromatographic separation of capsaicin extract.

Keywords: capsaicin, hot pepper, organoleptic, instrumental methods of determination.

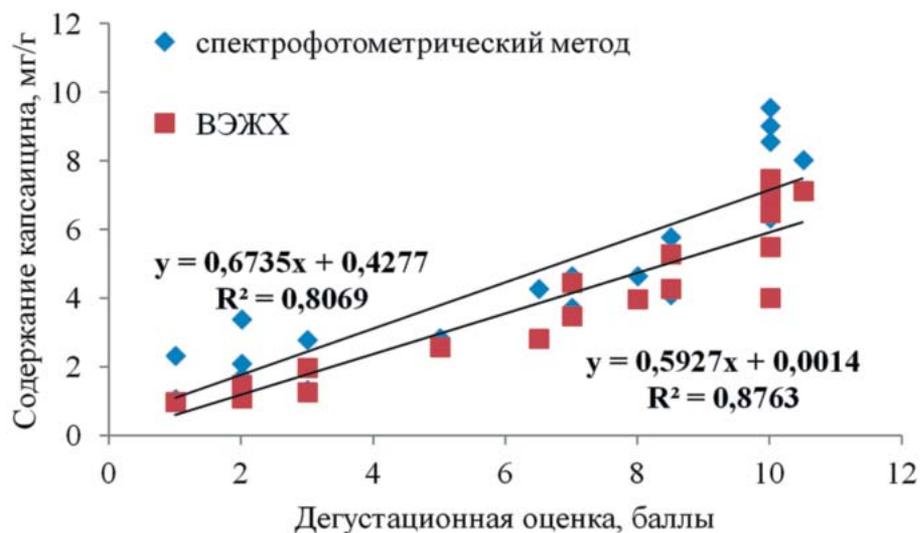
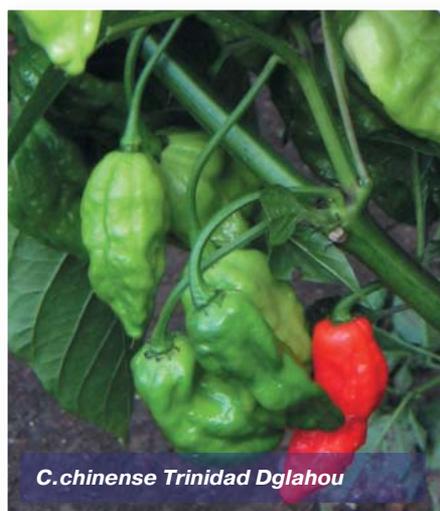
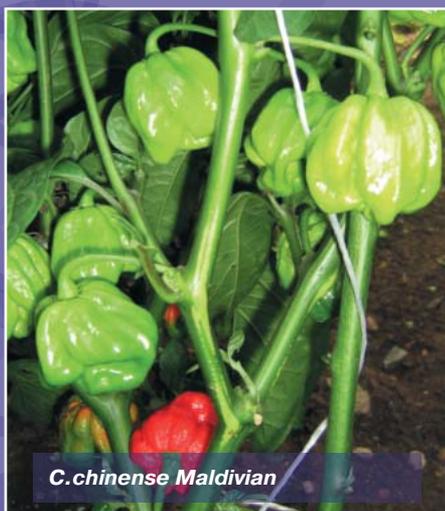


Рис. 1. Взаимосвязь содержания капсаицина и органолептической (балльной) оценки остроты плодов перца.

отличать интенсивность остроты, но и воспринимать каждый капсаициноид по-разному. Органолептическими оценками Мамедова М.И. обнаружено, что капсаициноиды содержащиеся в плодах, по-разному вызывает раздражение и жжение. У одних сортов это чувствуется передней частью рта и неба, у других жжение ощущается немедленно после проглатывания и быстро сходит на нет, у третьих жгучесть ощущается в середине рта и неба, а у некоторых образцов, как в горле, так и задней части языка. Различные комбинации капсаициноидов вызывают разное ощущение теплоты, и это у каждого сорта индивидуально. Кроме того, плоды перца острого, кроме жгучести, значительно различаются как по вкусу, так и по аромату. Кисло-сладкий, сладко-кислый, горький, шоколадный, миндальный, апельсиновой кожуры

и другие, часто встречающиеся вкусовые ощущения плодов перца острого – чилли.

Высокое содержание капсаицина в плодах перца острого открывает возможности не только дальнейшей селекции, но и использования экстрактов плодов для эффективной борьбы с вредителями (Gudeva et al, 2013).



Литература

- Голубкина Н.А., Джос Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Надежкин С.М. Некоторые биохимические особенности плодов перца острого, выращенного в Московской области//Доклады РАСХН, 2013. –№6.–С.24-27.
- American Space Trade Association. Paprika oleoresin FNP. –1992.–Vol.52.
- Antonious G.F., Kochhar T.S., Jarret R.L., Snyder J.C. Antioxidants in hot pepper: variation among accessions//Journal of Environmental Science and Health, 2006.–Vol.41.–№ 7.–P.1237-1243.
- Backonja M.M., Malan T.P., Vanhove G.F., Tobias J.K. NGX-4010, a high-concentration capsaicin patch, for the treatment of postherpetic neuralgia: a randomized, double-blind, controlled study with an open-label extension//Pain Medicine, 2010.–Vol.11.– P.600-608.
- Bajaj K.L. Colorimetric determination of capsaicin in Capsicum fruits//Journal of Association of Official Analytical Chemists, 1980.–Vol.42.–№6.–P.1314-1316.
- Bernal M.A., Ros Barcelo A. 5,5'-dicapsaicin, 4'-0-5-dicapsaicin ether and dehydrogenation polymers with high molecular weights are the main products of the oxidation of capsaicin by peroxidase from hot pepper//Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1996.–Vol.43.–P.352-355.
- Collins M.D., Mayer-Wasmund L., Bosland P.W. Improved method for quantifying capsaicinoids in Capsicum using high performance liquid chromatography//Horticulture Science, 1995.–Vol.30. – P.137-139.
- Davis C.B., Markey C.E., Busch M.A., Busch K.W. Determination of capsaicinoids in habanero peppers by chemometric analysis of UV spectral data//Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007.–Vol.55.–P.5925-5933.
- Hernandez-Ortega M., Ortiz-Moreno A., Hernandez-Navarro M.D., Chamorro-Cevallos G., Dorantes-Alvarez L., Necoechea-Mondragon H. Antioxidant, antinociceptive, and anti-inflammatory effects of carotenoids extracted from dried pepper (*Capsicum annum* L.)//Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2012.–Vol. 2012.– Article ID 524019, 10 pages, 2012. doi:10.1155/2012/524019.
- Gudeva L.K., Mitrev S., Maksimova V., Skasov D. Content of capsaicin extracted from hot pepper (*Capsicum annum* ssp *microcarpum* L.) and its use as an ecopesticide//Hemijiska Industrija, 2013.–Vol.67.–№ 1. P.671-675.
- Hornero-Mendez D., Costa-Garcia J., Minguez-Mosquera M.I. Characterization of carotenoid high-producing *Capsicum annum* cultivars selected for paprika production//Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002. – Vol.50.–P.5711-5716.
- Howard L. R., Wildman R. E. C. Antioxidant vitamin and phytochemical content of fresh and processed pepper fruit (*Capsicum annum*). In R. E. C. Wildman (Ed.), Handbook of nutraceuticals and functional foods. --2007.– 2nd ed. – P. 165-191. Boca Raton: CRC Press.
- Kosuge S., Furuta M. Studies of the pungent principle of *Capsicum*/ Part XIV: Chemical constitution of the pungent principle//Agricultural and Biological Chemistry, 1970.–Vol.34.–P.248-256.
- Macho A., Lucena C., Sancjo R., Daddario N., Minassi A., Munoz E., Appendino G. Nonpungent capsaicinoids from sweet pepper synthesis and evaluation of the chemopreventive and anticancer potential//European Journal of Nutrition, 2003.–Vol.42.–P.2-9.
- Materska M., Perucka I. Antioxidant activity of the main phenolic compounds isolates from hot pepper fruit (*Capsicum annum* L.)//Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005. – Vol.53.–P.1750-1756.
- Mozsil G., Szolcsanyi J., Racz I. Gastroprotection induced by capsaicin in healthy human subjects//World Journal of Gastroenterology, 2005.–Vol.11.–P.5180-84.
- Nwokem CO, Agbaji EB, Kagbu JA, Ekanem EJ Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria//NY Science Journal, 2010.–Vol.3.–P.17-21.
- Padayatty S.J., Katz A., Wang Y., Eck P., Kwon O., Lee J.H., Chen S., Corpe C., Dutta A., Levine M. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention//The Journal of the American College of Nutrition, 2003.–Vol.22.–P.18-35.
- Pandey J., Singh J., Verma A., Singh A.K., Rai M., Pandey A.K., Kumar S. Variability in quality components of RILs in chilli (*Capsicum annum* L.)//Proceedings of IV Balkan Symposium on vegetables and Potatoes- ISHS Acta Horticulturae.–2011.–P.830.
- Parrish M. Liquid chromatographic method of determining capsaicinoids in capsicums and their extractives: collaborative study//Journal of Association of Official Analytical Chemists, 1996.–Vol.79.–P.738-745.
- Reyes-Escogido M., deLourdes, Gonzalez-Mondragon E.G., Vazquez-Tzompantzi E. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin//Molecules, 2011.–Vol.16.–P.1253-1270.
- Saha., Supradip Hedau N. K., Kumar S., Mahajan V., Gupta H. S. Variability in hot pepper for phytochemicals offers promising tools in plant-breeding programmes// Acta Agriculture Scandinavica Section B- Soil & Plant Science, 2010. – Vol. 60. – Issue 3. – P. 227-234.
- Sanatombi K, Sharma GJ Capsaicin content and pungency of different *Capsicum* spp. cultivars//Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 2008.–Vol.36.–P.89-90.
- Thapa B., Skalko-Basnet N., Takano A., Masuda K., Basnet P. High-performance liquid chromatography analysis of capsaicin content in 16 *Capsicum* fruits from Nepal//Journal of Medicinal Food, 2009.–Vol.12.–P.908-913.
- Thomas B.V., Schreiber A.A., Weisskopf C.P. Simple method for quantitation of capsaicinoids in peppers using capillary gas chromatography//Journal of Agricultural and Food Chemistry, 1998.–Vol.46.–P.2655-2663.
- Tilahun S., Paramaguru P., Rajamani K. Capsicum and ascorbic acid variability in chilli and paprika cultivars as revealed by HPLC analysis//Journal of Plant Breeding and Genetics, 2013.–Vol.1.– №2.–P.85-89.
- Topuz A., Ozdemir F. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annum*) grown in Turkey//Journal of Food Composition and Analysis, 2007.–Vol. 20.–P.596-602.
- Wahyuni Y., Ballester A. R., Sudarmonowati E., Bino R. J., Bovy A. G. Metabolite biodiversity in pepper (*Capsicum*)fruits of thirty-two diverse accessions: Variation in health-related compounds and implications for breeding//Phytochemistry, 2011.–Vol.72.–P.1358-1370.
- Watanabe T., Kawada T., Yamamoto M., Iwai K. Capsaicin, a pungent principle of hot red pepper. Evokes catecholamine secretion from the adrenal medulla of anesthetized rats//Biochemical and Biophysical Research Communication, 1987.–Vol.142.–P.259-264.
- Weiss E.A. Spice crops//CABI Publishing International: NY, USA, 2002.–P.411.