УДК 632.7.05

ЗАВИСИМОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ МОЧЕВОЙ КИСЛОТЫ В ХРАНЯЩЕМСЯ ЗЕРНЕ ОТ ПЛОТНОСТИ ЗАСЕЛЕНИЯ ЕГО РИСОВЫМ ДОЛГОНОСИКОМ *SITOPHILUS ORYZAE* (L.) (COLEOPTERA, DRYOPHTHORIDAE)

© 2020 г. Г. А. Закладной,* А. В. Яицких**

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна
и продуктов его переработки
– филиал Федерального научного центра пищевых систем
им. В. М. Горбатова РАН
Дмитровское шоссе, 11, Москва, 127434 Россия
*e-mail: vlaza@list.ru, **e-mail: microbiolab@mail.ru

Поступила в редакцию 11.08.2019 г.
После доработки 13.02.2020 г.
Принята к публикации 13.02.2020 г.

Экспериментальными исследованиями установлена зависимость количества в зерне пшеницы мочевой кислоты, накопленной в результате жизнедеятельности рисового долгоносика *Sitophilus oryzae*, от плотности заселения зерна этим насекомым.

Ключевые слова: зерно, насекомые, мочевая кислота.

DOI: 10.31857/S0367144520010037

Довольно давно было установлено (Subrahmanyan et al., 1955), что мочевая кислота может служить индикатором выделений насекомых в зерне и продуктах его помола. Немногим позднее (Venkat Rao et al., 1957) была определена тесная связь концентрации мочевой кислоты с количеством выходных отверстий в зернах, оставленных насекомыми. Анализ содержания в различных продуктах мочевой кислоты как показателя интенсивности метаболизма азота у насекомых, в частности у амбарного долгоносика *S. granarius* (L.), неоднократно предлагался в качестве альтернативы определению фрагментов насекомых в зерне и зернопродуктах (Wehling, Wetzel, 1983; Lamkin et al., 1991).

Логично предположить, что содержание мочевой кислоты в зерне должно быть прямо связано с количеством в нем насекомых. В данной статье описаны результаты исследования закономерностей изменения содержания мочевой кислоты в зерне в зависимости от плотности заражения его рисовым долгоносиком *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera, Dryophthoridae).

За основу методики анализа мочевой кислоты взяты «Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания мочевой кислоты в зерне и зернопродуктах № 4072-86».

В исследованиях использовали жидкостный хроматограф «Стайер» производства АО «Аквилон», Россия, по ТУ 4215-003-18294344, с флуориметрическим детектором и программно-аппаратным комплексом «МультиХром». Предел допускаемого значения относительного среднеквадратического отклонения времени удерживания определяемого компонента – 0.5 % и выходного сигнала по высоте и площади пика – 4 %. Для разделения подвижной фазы в хроматографе использованы разделительная хроматографическая колонка «Synergi Hydro-RP», 4 мкм, 250 × 4.6 мм, с предзащитной колонкой «C18» или «C18 Aq», 4.0 × 3.0 мм производства «Phenomenex», США.

Режим разделения – изократический, подвижная фаза – 0.04*M* ацетатный буфер (pH = 5.8), скорость потока 1 $см^3$/мин, объем петлевого дозатора 20 мкл, температура термостата колонки 30 °C, детектирование флуориметрическое **(**λex: (282 ± 2) нм**)**, уровень чувствительности детектора RFU: 0.01, ориентировочное время удерживания мочевой кислоты – 5–6 мин.

Градуировку выполняли последовательно для всех растворов. Для каждого градуировочного раствора регистрировали не менее двух хроматограмм.

Полученную хроматограмму обрабатывали в соответствии с руководством пользователя программного обеспечения «МультиХром».

Пики мочевой кислоты идентифицировали по абсолютному времени удерживания.

Рассчитанный для градуировочного графика коэффициент корреляции (R) равен 0.998, относительная погрешность (СКО) составляла 3.139 %.

Навеску зерна 20 г помещали в плоскодонную коническую колбу, добавляли 200 мл дистиллированной воды и нагревали при кипении в течение 10 мин. После охлаждения до 25 °C экстракт фильтровали через складчатый бумажный фильтр.

Проводили анализ 2 параллельных проб, для каждой из которых выполняли по 2 измерения с получением 2 хроматограмм.

Массовая концентрация мочевой кислоты в пробах, введенных в хроматограф, автоматически рассчитывалась системой сбора и обработки хроматографической информации.

Рассчитывали среднее арифметическое двух результатов анализа массовой концентрации мочевой кислоты для каждой из параллельных проб.

Расчет содержания мочевой кислоты в образце зерна (X мг/кг) проводили по формуле:

$$X = C \times V / m, \qquad (4.1)$$

где:

V – объем экстракта, мл (200 мл);

m – масса пробы зерна (20 г);

C – среднее значение массовой концентрации мочевой кислоты в пробе, введенной в хроматограф (мкг/мл).

Пробы зерна пшеницы, зараженные рисовым долгоносиком, готовили следующим образом.

В стеклянные сосуды с сетчатыми крышками помещали зерно пшеницы влажностью 12.2 % в количестве 1.0 кг. Зерно прежде не было заражено насекомыми и клещами и не обрабатывалось пестицидами.

К зерну подсаживали 300 жуков рисового долгоносика из многолетней лабораторной культуры без разделения на пол и возраст.

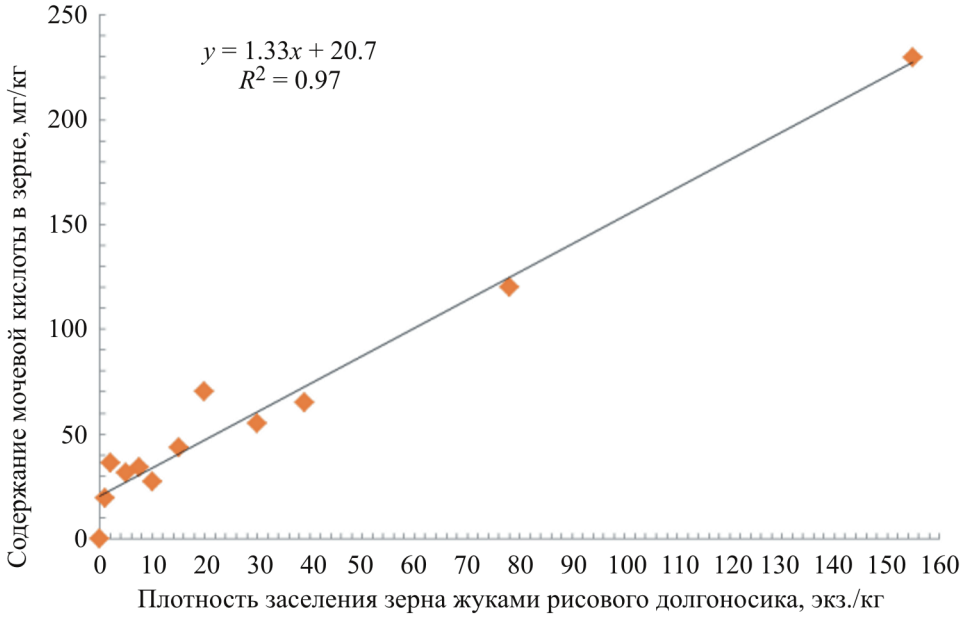
Сосуд с зерном содержали при относительной влажности воздуха около 75 % и температуре 25 °С. Спустя 35 суток, когда завершилось развитие первых отложенных самками яиц, родителей удаляли, а зерно хранили при температуре –11 °С до проведения анализа содержания в нем мочевой кислоты.

Из зерна формировали пробы с разной плотностью загрязненности рисовым долгоносиком, для чего загрязненное зерно разбавляли незагрязненным в различных соотношениях, чтобы получить ряд проб с нарастающим количеством в них загрязненных зерен, соответствующим следующему числу жуков (экз./кг): 0, 1, 2, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 39, 78, 155. В зерне этих проб проводили анализ содержания мочевой кислоты.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке показана зависимость количества мочевой кислоты в зерне пшеницы от плотности заселения зерна жуками рисового долгоносика. Видно, что увеличение числа жуков рисового долгоносика в зерне влечет за собой повышение содержания в нем мочевой кислоты. Зависимость эта описывается уравнением прямой линии с высоким коэффициентом детерминации, равным 0.97.

Полученные результаты показывают возможность установления максимально допустимого уровня (МДУ) мочевой кислоты в зерне, соответствующего имеющимся МДУ плотности заселения зерна насекомыми разных видов. Контроль содержания в зерне мочевой кислоты позволит обеспечить безопасность зерна по этому показателю, что исключит вывод на рынок фальсифицированной зерновой продукции, например, после удаления насекомых из зерна его сепарированием.



Зависимость накопления мочевой кислоты в зерне от плотности заселения его жуками рисового долгоносика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Lamkin W. M., Unruh N. C., Pomeranz Y. 1991. Use of fluorometry for the determination of uric acid in grain. Elimination of interfering fluorescence. Cereal Chemistry **68**: 81–86.

Subrahmanyan V., Swaminathan M., Pingale S. V., Kadkol S. B. 1955. Uric acid as an index of insect filth in cereals and milled cereal products. Bulletin of Central Food Technology Research Institute **5**: 86.

Venkat Rao S. Nuggehalli R. N., Pingale S. V., Swaminathan M., Subrahmanyan V. 1957. The relation between the uric acid content and the extent of kernel damaged in insect infested grain. Journal of Food Science **6** (12): 273.

Wehling R. L., Wetzel, D. L. 1983. High performance liquid chromatographic determination of low level uric acid in grain and cereal products as a measure of insect infestation. Journal of Chromatography **296**: 191.

DEPENDENCE OF URIC ACID CONTENT IN STORED GRAIN ON THE POPULATION DENSITY OF THE RICE WEEVIL *SITOPHILUS ORYZAE* (L.) (COLEOPTERA, DRYOPHTHORIDAE)

G. F. Zakladnoy, A. V. Yaitskikh

Key words: grain, insects, uric acid.

SUMMARY

Experimental research has shown the dependence between the amount of uric acid in wheat grain, accumulated because of vital activity of rice weevil *Sitophilus oryzae*, and the densities of these insects in grain.