

## ЛИТЕРАТУРА

1. Lee, H.-B. Determination of ofloxacin, norfloxacin, and ciprofloxacin in sewage by selective solid-phase extraction, liquid chromatography with fluorescence detection, and liquid chromatography–tandem mass spectrometry/ H.-B. Lee, T. Peart, M.L. Svoboda // *J. Chrom. A.* – 2007. – V. 1139. – P. 45–52.
2. Gosling, R.J. Ciprofloxacin resistance in *E. coli* isolated from turkeys in Great Britain / R.J. Gosling, C.S. Clouting, L.P. Randall, R.A. Horton, R.H. Davies // *Avian Pathol.* – 2012. – V. 41. – P. 83–89.
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011).
5. Junza, A. Multiclass method for the determination of quinolones and  $\beta$ -lactams, in raw cow milk using dispersive liquid–liquid microextraction and ultra-high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry / A. Junza, N. Dorival-García, A. Zafra-Gómez, D. Barrón, O. Ballesteros, J. Barbosa, A. Navalón // *J. Chrom. A.* – 2014. – V. 1356. – P. 10–22.
6. Liu, C. Determination of norfloxacin in food by capillary electrophoresis immunoassay with laser-induced fluorescence detector / C. Liu, X. Feng, H. Qian, G. Fang, S. Wang // *Food Anal Methods.* – 2015. – V. 8. – P. 596–603.

УДК 54.062

З.Н. Никифорова, К.А. Диас Хименес,  
Д.В. Соколова, В.Д. Гремячева, Ю.С. Орлова, И.С. Нестеренко  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Всероссийский государственный центр качества и стандартизации  
лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»)  
123022 Москва, Звенигородское шоссе, 5, Россия

### **КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИФЕНОЛОВ В КОРМОВЫХ ДОБАВКАХ**

Флавоноиды – самый многочисленный класс природных фенольных соединений, растительного происхождения, мощные естественные антиоксиданты. Они представляют собой полифенолы, структурной основой которых служит флавоновое ядро, содержащее два ароматических кольца, соединенных С3 – мостиком. Флавоноиды можно также рассматривать как производные хромана. В зависимости от

структуры ядра выделяют катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, флавононы, флавоны, флавонолы, халконы. Флавоноиды взаимодействуют с гидроксильным радикалом, супероксид-радикалом, перекисными радикалами. Образующиеся при этом радикалы флавоноидов активно вступают в реакции диспропорционирования.

В настоящее время кормовые добавки составляют большую часть номенклатуры продукции, выпускаемых в Российской Федерации и странах СНГ. В подавляющем большинстве кормовые добавки для животных содержат в своем составе в том или ином количестве полифенолы.

В настоящее время отсутствует стандартизированная методика по определению полифенолов в кормовых добавках. Поэтому актуальна разработка новой методики.

**Ключевые слова:** кормовые добавки, полифенолы, антиоксиданты, оптическая плотность

### Материалы и методы

Стандарт моногидрат галловой кислоты (1 мг/мл) Sigma Chemical Co, США; ацетонитрил, х.ч., Россия; реактив Фолина-Чокалтеу, США; карбонат натрия, х.ч., Россия.

Баня водяная; центрифуга обеспечивающая частоту вращения 3500 об/мин; спектрофотометр работающий в диапазоне длин волн 765 нм с длиной оптического пути 10 мм с установленным программным обеспечением.

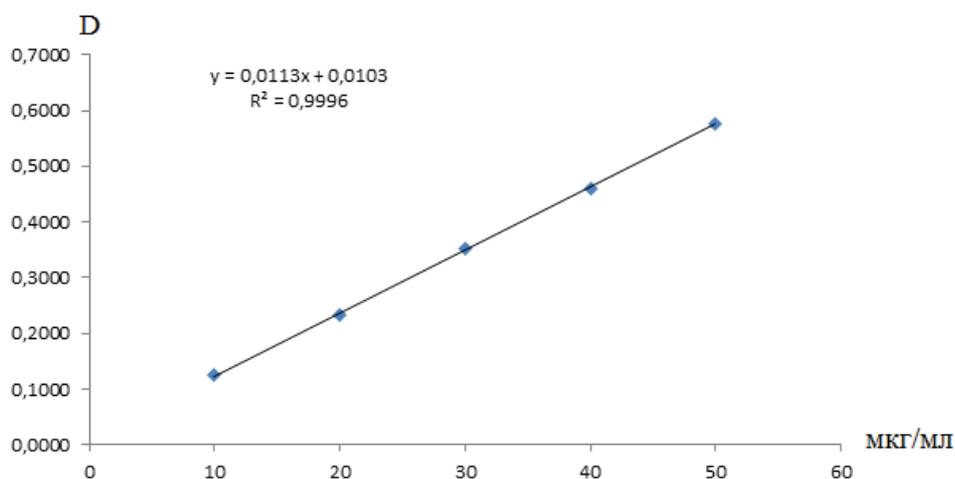
### Экспериментальная часть

Проводили экстракцию полифенолов в кормовой добавке массой 0,2 г с помощью метанола при 70 °С на водяной бане в течение 10 минут. Затем пробу центрифугировали в течение 10 мин. при частоте вращения 3500 об/мин. Полученный экстракт разводили в 100 раз. Отбирали 1 мл разбавленного экстракта в отдельную пробирку, в которую добавляли 5 мл 10% реактива Фолина-Чокалтеу. Инкубировали 8 мин, затем добавляли 4 мл 7,5% карбоната натрия. Инкубировали в течение 60 минут при комнатной температуре. Измеряли оптическую плотность растворов относительно воды в кювете с длиной оптического пути 10 мм и при длине волны 765 нм. Строили градуировочную кривую по галловой кислоте в концентрациях от 10 до 50 мкг/мл. Определяли коэффициент линейной зависимости. Типичная градуировочная кривая представлена на рис.1. Массовую долю полифенолов, % вычисляли по формуле:

$$\%X = \frac{(D_{обр} - D_{б} - D_{кал}) \cdot D_f \cdot V_{обр} \cdot 100 \cdot 100}{S_{std} \cdot m_{обр} \cdot w_{обр}}$$

где  $D_{обр}$  – оптическая плотность экстракта кормовой добавки;  
 $D_{б}$  – оптическая плотность холостой пробы;  
 $D_{кал}$  – оптическая плотность, соответствующая точке пересечения калибровочной зависимости с осью  $y$ ;  
 $S_{std}$  – тангенс угла наклона градуировочной кривой;  
 $m_{обр}$  – масса пробы, г;  
 $V_{обр}$  – объем экстракта, мл;  
 $W_{обр}$  – массовая доля сухого вещества в пробе, %.

С помощью представленной методики были проведены исследования 20 кормовых добавок, содержащих в своем составе полифенолы в количестве от 1,27 до 51,55 % с погрешностью менее 5%,  $R = 0,95$ .



**Рисунок 1 – Типичная градуировочная кривая по галловой кислоте**

## ЛИТЕРАТУРА

1. Яшин А.Я., к.х.н., Яшин Я.И., д.х.н., Веденин А.Н., Василевич Н.И. Метод ВЭЖХ для определения природных полифенолов-антиоксидантов. Лаборатория и производство. 2021.- №2, (17), С. 66-76.
2. О.Г. Струсовская Определение веществ полифенольной структуры в некоторых растениях Соловецкого архипелага. Научные Ведомости. Серия Медицина. Фармация. 2012. - № 16 (135). Выпуск 19. - С. 128-131.
3. Т.А. Денисенко, А.Б. Вишник, Л.П. Цыганок Спектрофотометрическое определение суммы фенольных соединений в растительных объектах с использованием хлорида алюминия, 18-молибдодифосфата и реактив Фолина-Чокальтеу. Аналитика и контроль. 2015.- Т. 19, № 4. - С. 373-380