



Экспериментальная клиника-лаборатория биологически
активных веществ животного происхождения,
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, г. Москва

Использование шелухи лука в качестве альтернативного источника растительных антиоксидантов для создания функциональных продуктов питания

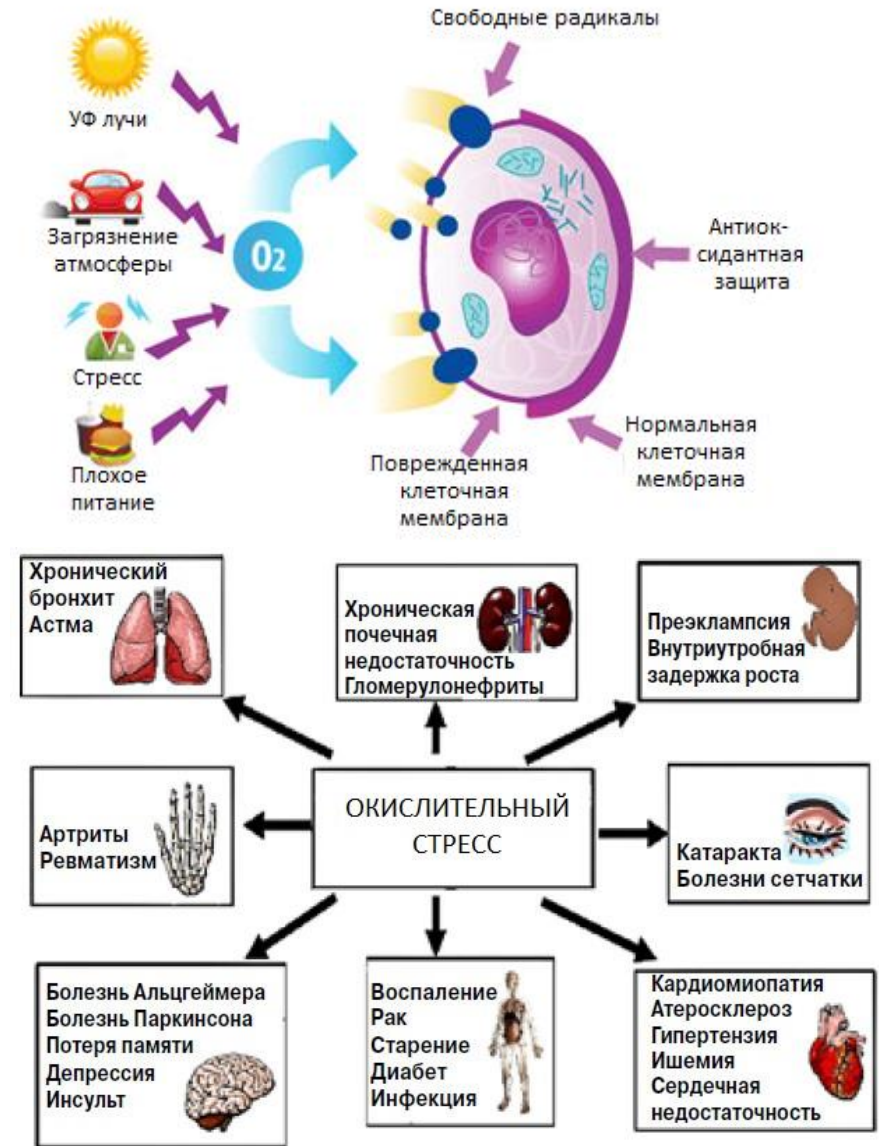
Купаева Надежда Владимировна

*Исследования выполнены в рамках темы НИР № FNEN-2019–0008 и
гранта Российского Научного Фонда № 17–76–10033*

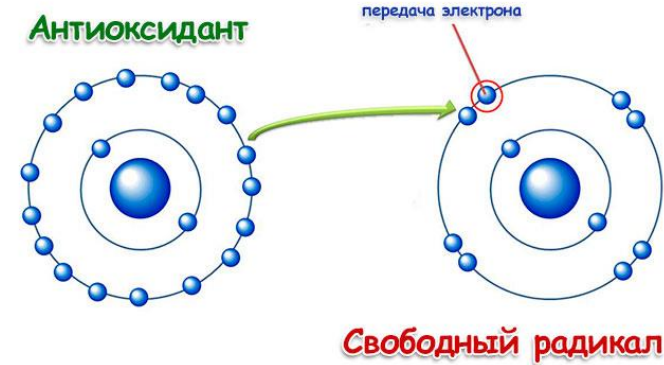
Действие свободных радикалов на организм



- Разрушение белков
- Перекисное окисление липидов
- Разрушение мембран митохондрий
- Разрушение ядерной мембраны, повреждение ДНК
- Повреждение эндоплазматического ретикулума
- Нарушение проницаемости плазматической мембраны



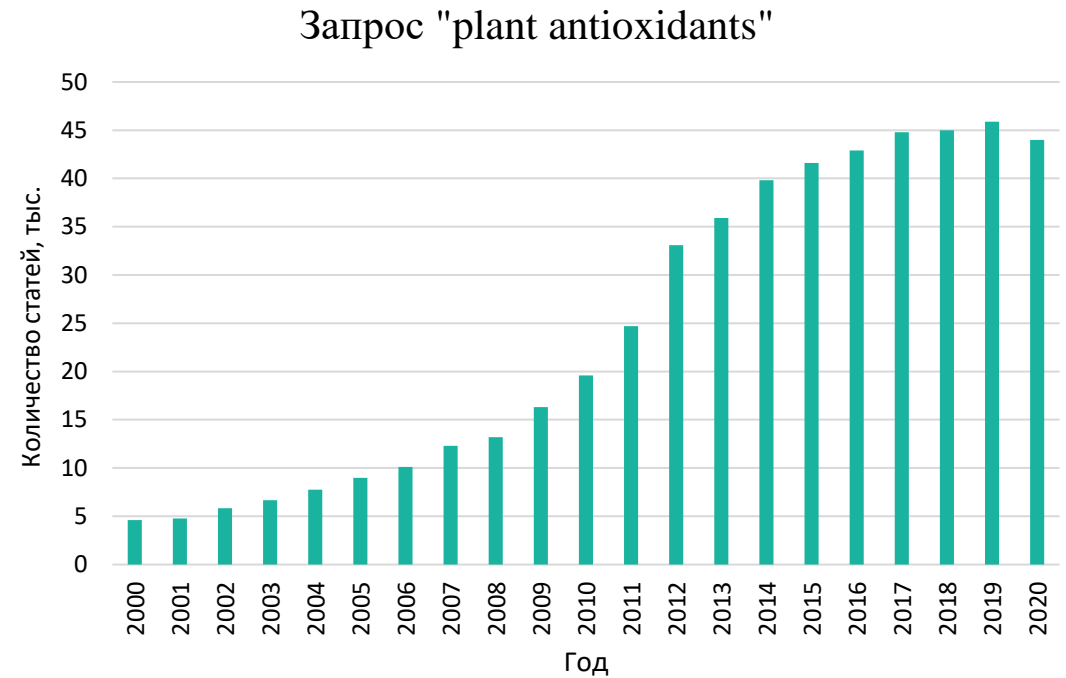
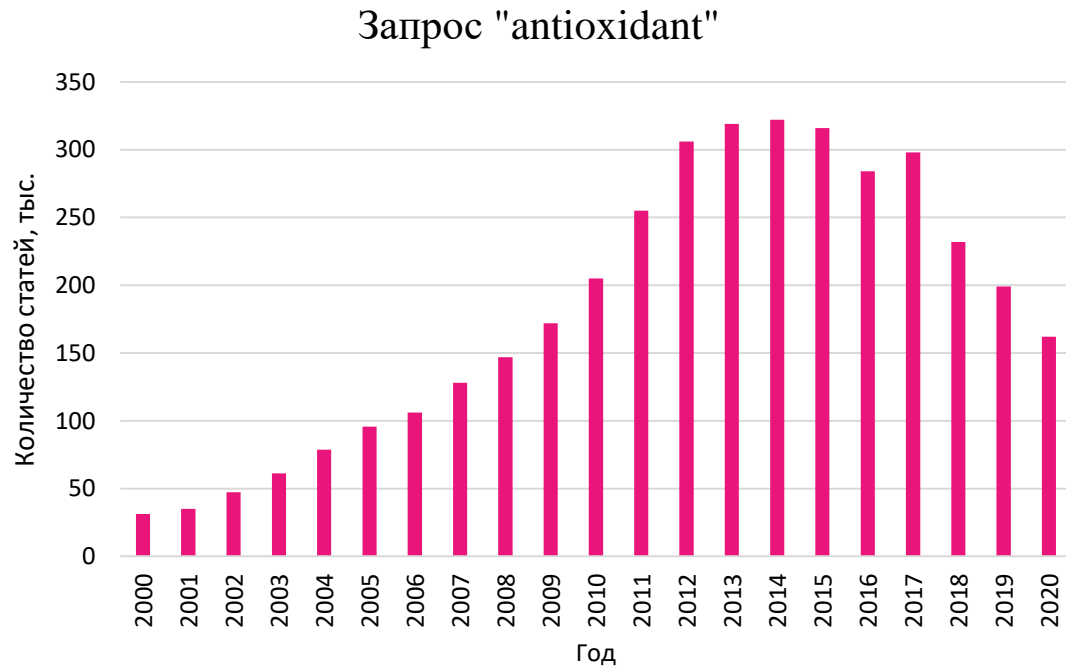
Антиоксидантная система



Основные источники антиоксидантов



Инфографика по публикационной активности



*Данные взяты из открытого источника «google Академия»

Альтернативные источники антиоксидантов и экономика замкнутого цикла



Репчатый лук (*Allium cepa*)

2ая сельскохозяйственная культура

Площадь произрастания $\approx 3,6$ млн. га

Производство ≈ 89 млн. тонн в год

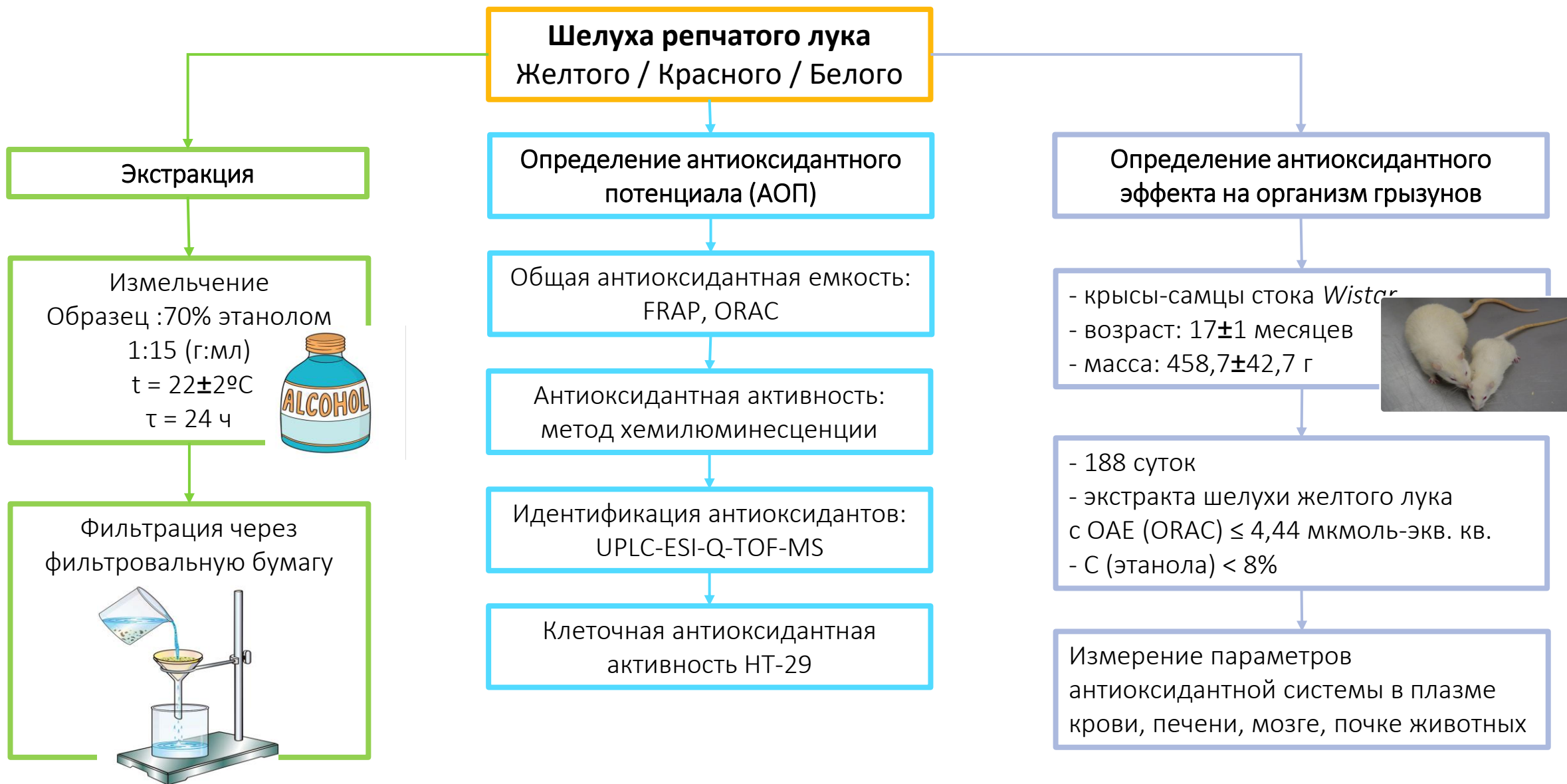


Отходы при переработке

5-29,9% от массы сырья $\approx 3,66-21,9$ млн. тонн в год

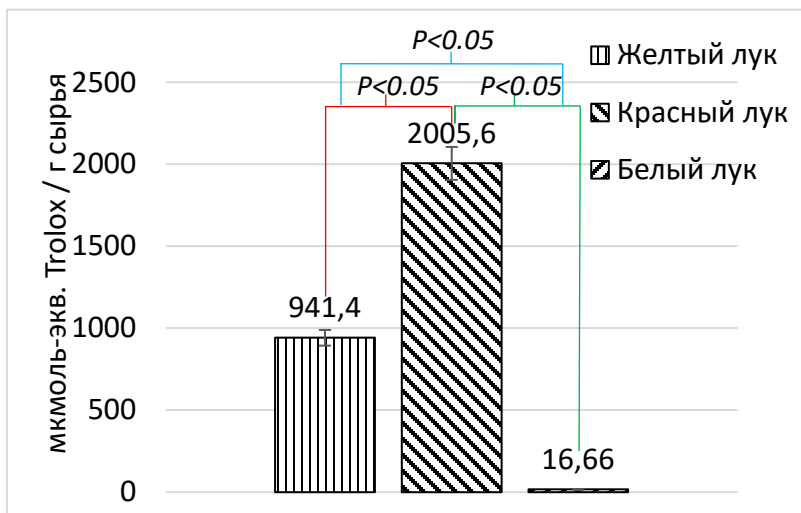


Объекты исследования и схема эксперимента

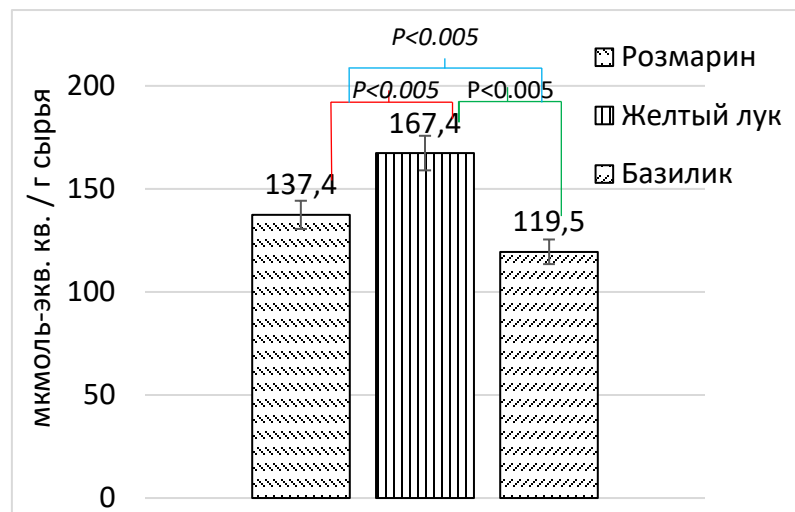
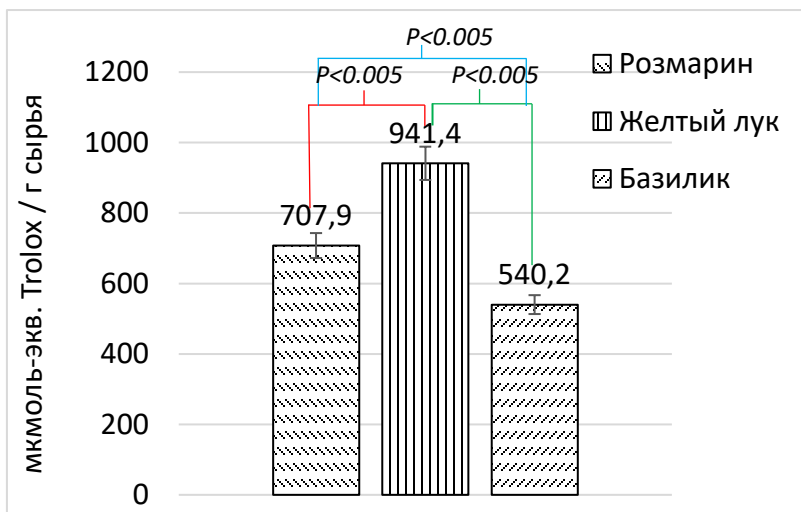
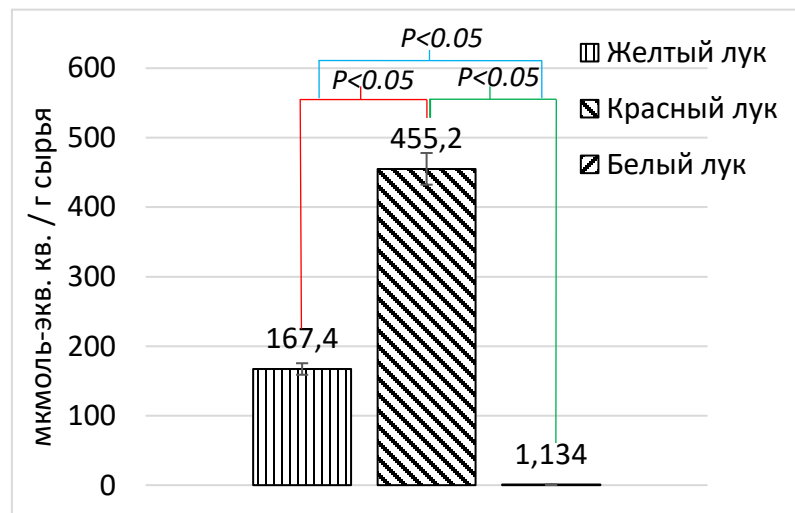


Результаты определения ОАЕ экстрактов

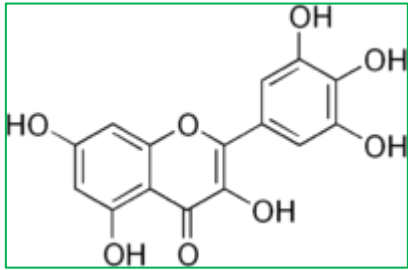
Общая антиоксидантная емкость методом ORAC



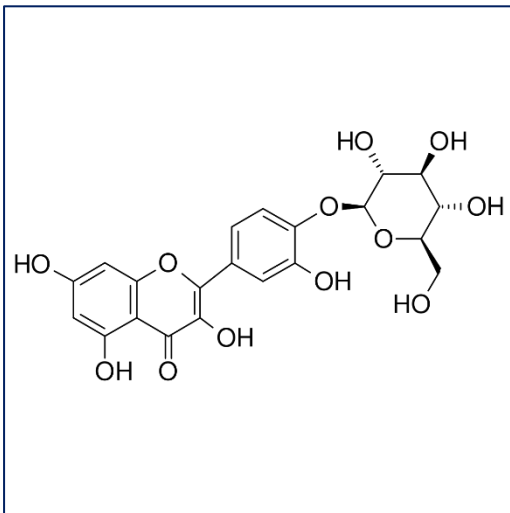
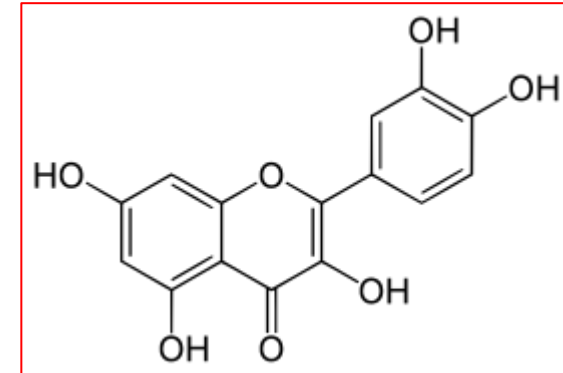
Общая антиоксидантная емкость методом FRAP



КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭКСТРАКТОВ



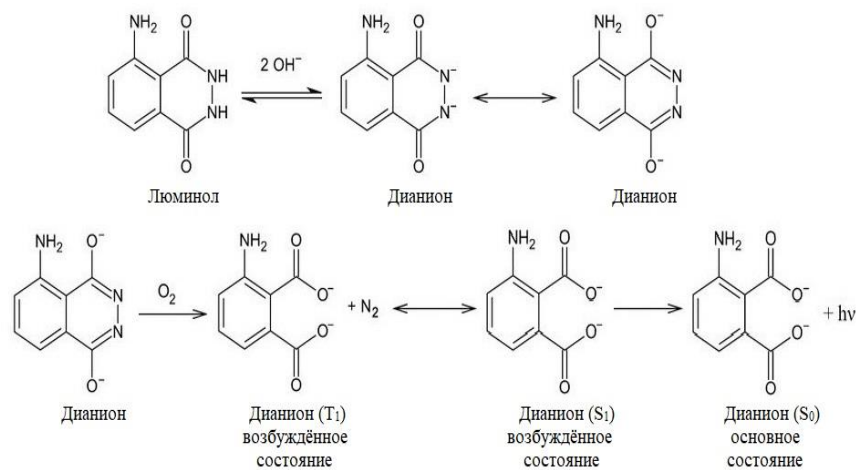
Compounds	Mean \pm SD, ($\mu\text{g/g}$)		
	Red	Yellow	White
Flavonols			
Quercetin	1021.84 \pm 4.07	320.86 \pm 1.05*	N.D.
3'-methoxy-4',5,7-trihydroxy flavonol	140.93 \pm 2.04	12.05 \pm 0.50*	N.D.
Myricetin	155.84 \pm 2.60	80.77 \pm 1.26*	N.D.
Laricitrin	16.66 \pm 0.65	12.31 \pm 0.15*	N.D.
Flavanonols			
Taxifolin	18.70 \pm 1.00	1.56 \pm 0.60*	N.D.
Flavonoid-O-glycosides			
Quercetin-3,4'-O-di-beta-glucoside	18.49 \pm 1.66	1.50 \pm 0.09*	N.D.
Hyperoside	47.26 \pm 0.08	0.96 \pm 0.07*	N.D.
Isoquercetrin	9.51 \pm 0.48	0.92 \pm 0.31*	N.D.
Spiraeoside	485.37 \pm 5.26	112.33 \pm 0.59*	N.D.
Isoflavones			
Tectorigenin	1.31 \pm 0.59	0.78 \pm 0.27	N.D.
Total flavonoids	1915.90\pm9.92	544.06\pm2.73*	N.D.



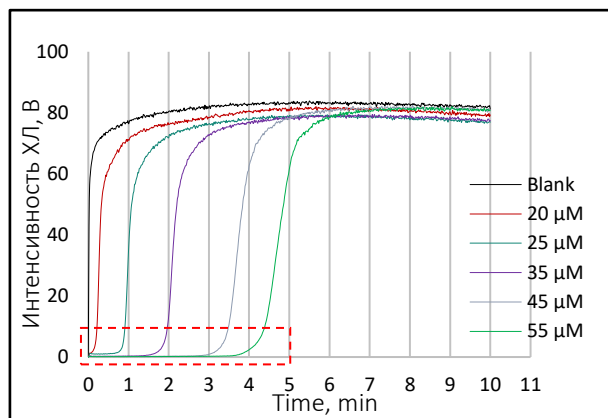
Определение антиоксидантной активности экстрактов методом хемилюминесценции

Аналитическая система:
люминол – пероксидаза хрена – H_2O_2

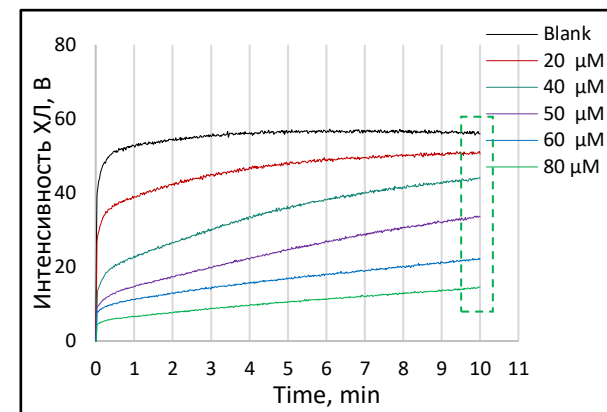
Процесс генерации фотонов



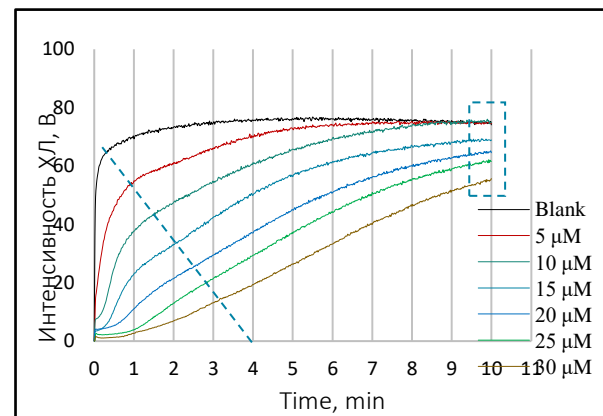
Кинетические кривые ХЛ для 3 типов АО



Сильные: аскорбат натрия

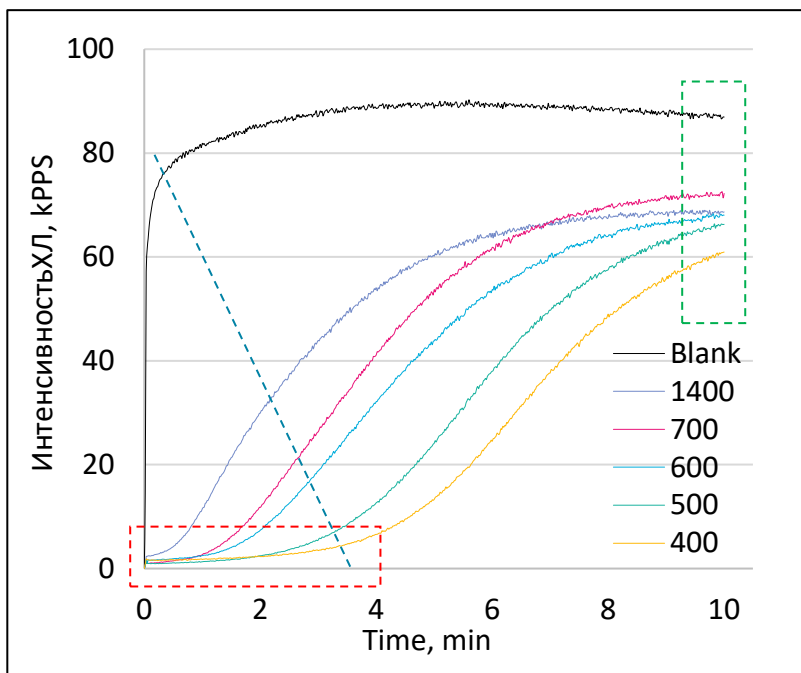


Слабые: токоферол

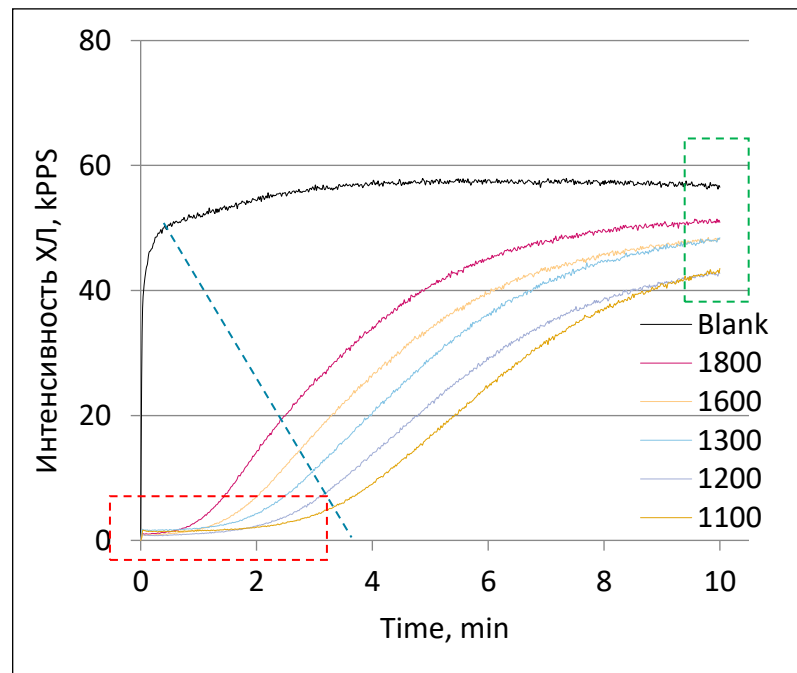


Средние:
кверцетин

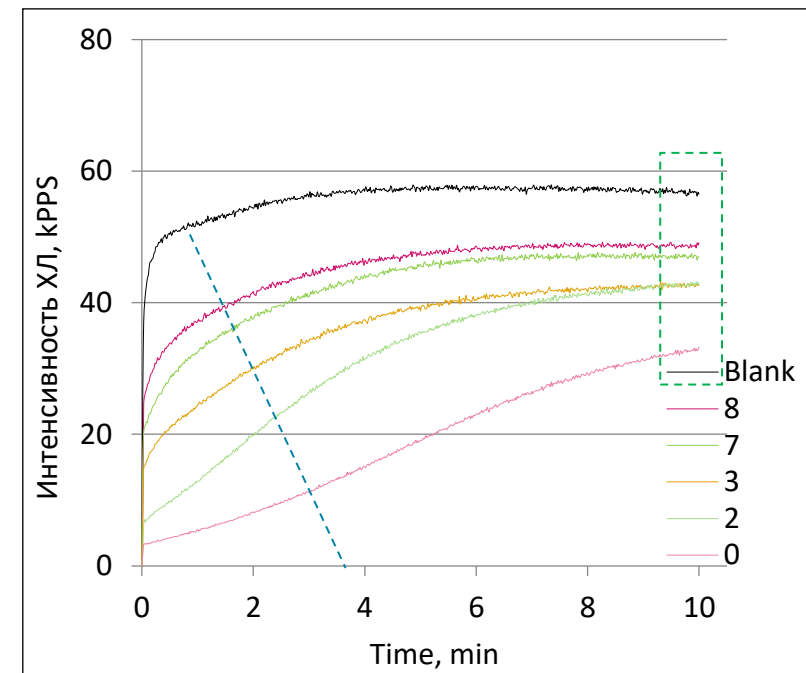
Экстракт шелухи желтого лука



Экстракт шелухи красного лука



Экстракт шелухи белого лука



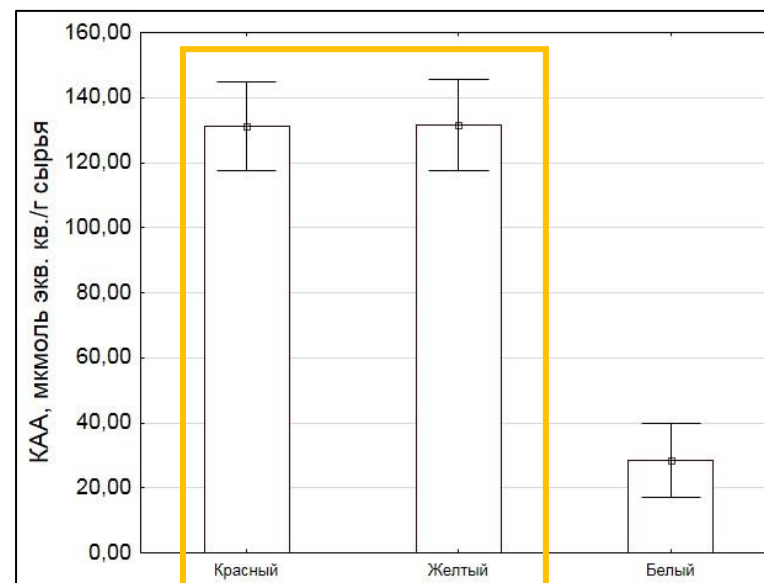
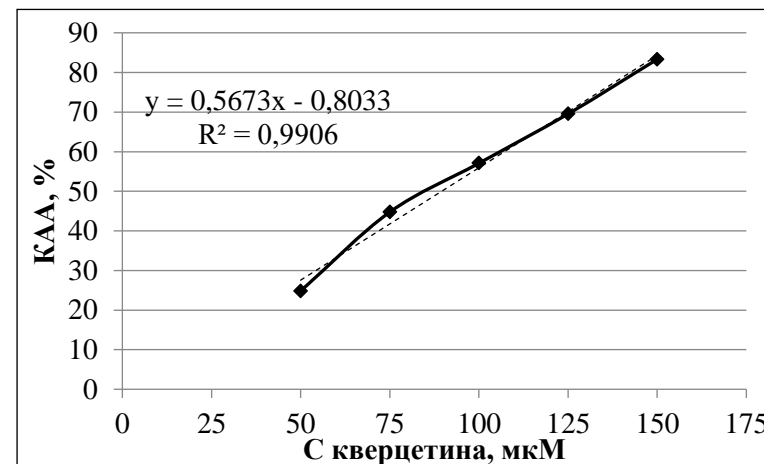
Антиоксидантная активность: Красный > Желтый > Белый

3 типа антиоксидантов: красный и желтый

Шелуха белого лука – 2 типа антиоксидантов (средние и слабые)

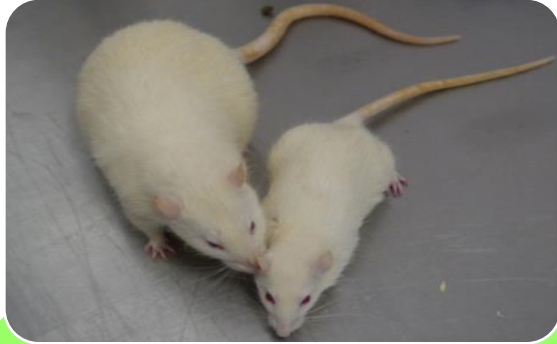
Клеточная антиоксидантная активность экстрактов НТ-29

Разведение	КАА, %		
	Красный	Желтый	Белый
27	87,4±1,4	90,2±0,6 ^a	21,2±8,5 ^b
47	80,3±5,6	85,1±3,6 ^a	19,4±1,5 ^b
67	78,6±3,5 ^a	73,2±10,8 ^a	23,0±2,6 ^b
87	69,8±2,3	67,3±8,0	нпо
127	26,0±0,9 ^a	68,7±3,6 ^b	нпо
167	21,9±4,6	нпо	нпо
p-value	0,019	0,019	0,027



^{a-b} – статистически достоверная разница между красным, желтым и белым луком в соответствующем разведении ($P < 0.05$); нпо-ниже предела обнаружения

Дизайн исследования



Модель

- крысы-самцы стока *Wistar*
- возраст: 17 ± 1 месяцев
- масса: $458,7 \pm 42,7$ г
- **ТБК-АП** (мкмоль/л) = $5,175 \pm 5,000$ и $4,674 \pm 3,961$ ($P=0,734$)
- **GSH** (мкмоль/л) = $88,68 \pm 10,60$ и $87,79 \pm 13,71$ ($P=0,791$)



Эксперимент

- Группа 1 – контроль (n=4)
- Группа 2 – опыт (n=8)
- длительность: 188 суток
- способ введения: внутрижелудочно
- доза: 2 мл экстракта шелухи желтого лука с ОАЕ (ORAC) не более 4,44 мкмоль-экв. кверцетина
- С (этанол) < 8%



Исследуемые параметры

Плазма, Печень, Мозг

Ферментативная АОС:

- SOD
- CAT

Неферментативная АОС:

- GSH

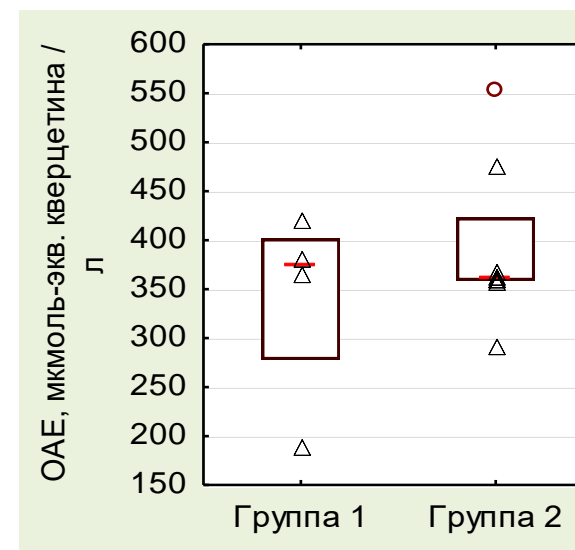
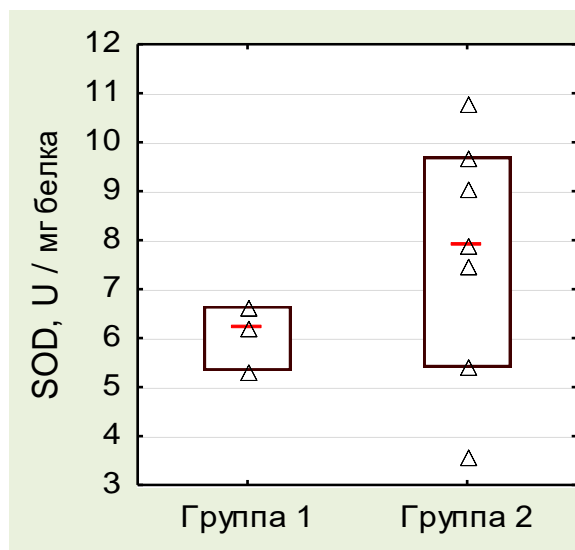
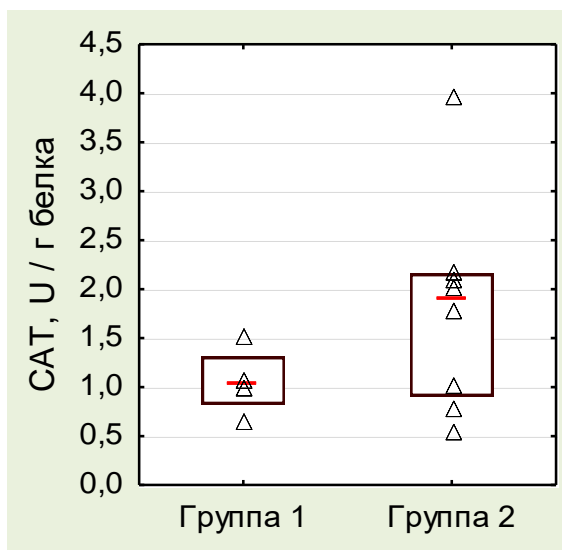
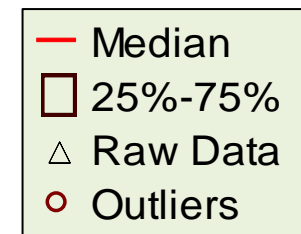
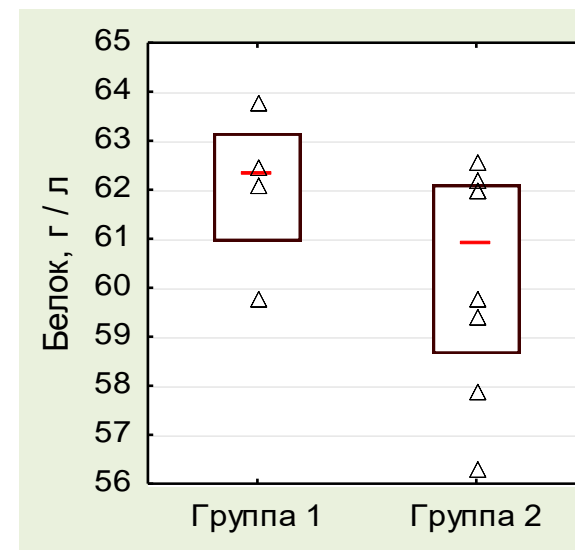
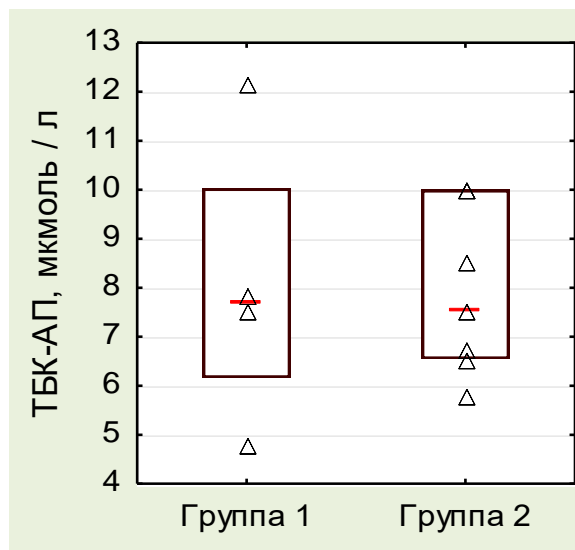
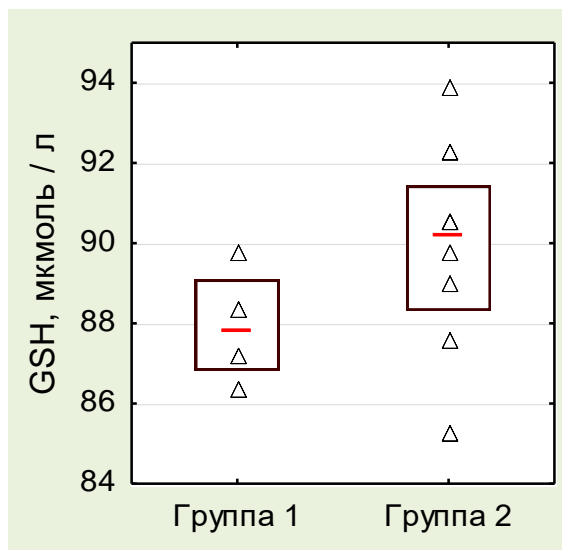
ПОЛ: ТБК-АП

ОАЕ: FRAP

Результаты определения Интегральных Показателей Хронической Интоксикации внутренних органов

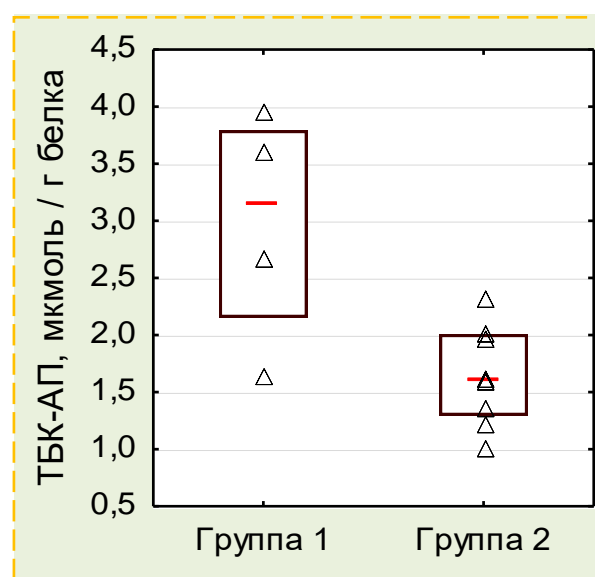
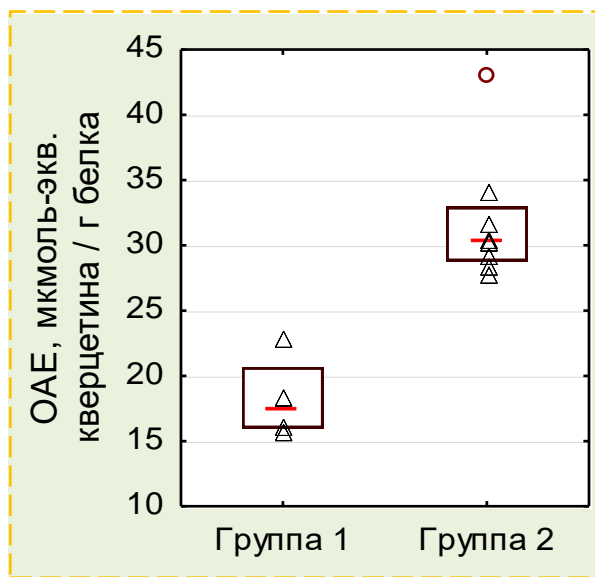
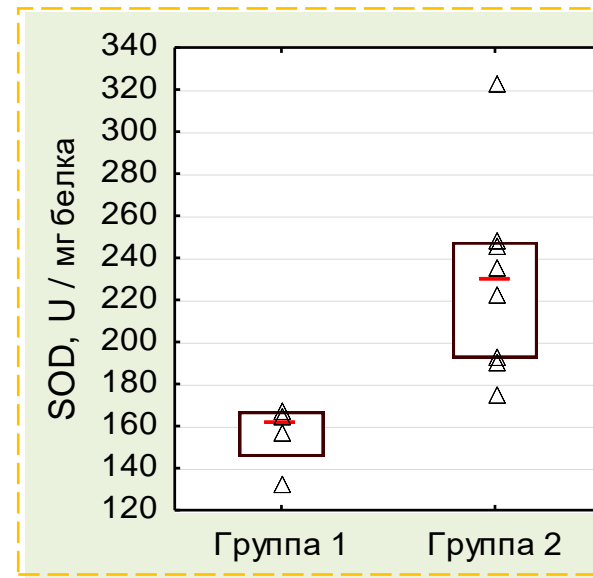
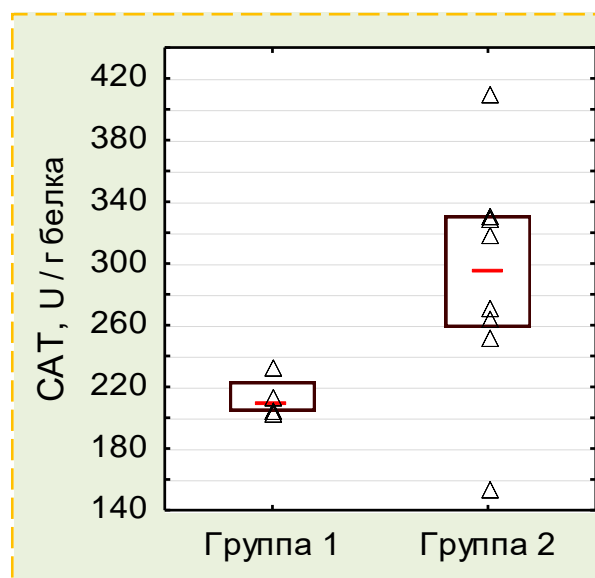
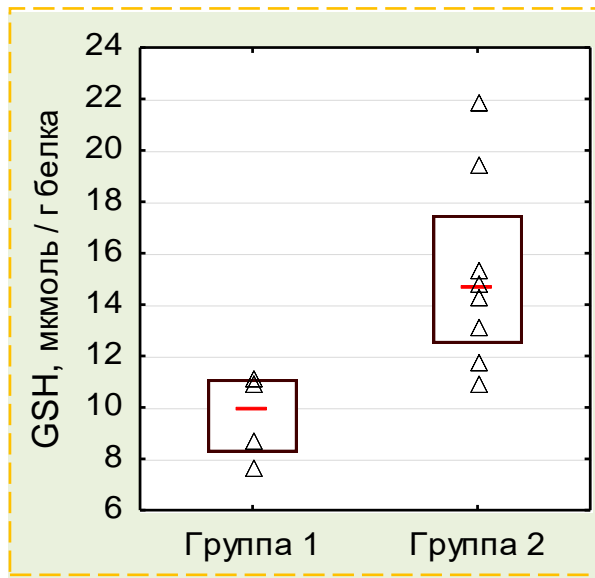
Орган		1 группа (контрольная)	2 группа (опытная)	P - value
Сердце	Median ± SD	0,381 ± 0,031	0,382 ± 0,029	0,932
	P 25/75	0,362 / 0,410	0,358 / 0,400	
Почка левая	Median ± SD	0,316 ± 0,023	0,309 ± 0,021	0,552
	P 25/75	0,303 / 0,3347	0,299 / 0,323	
Печень	Median ± SD	3,177 0,514	3,076 ± 0,292	1,000
	P 25/75	2,765 / 3,584	2,906 / 3,357	
Мозг	Median ± SD	0,427 ± 0,063	0,404 ± 0,041	1,000
	P 25/75	0,3649 / 0,471	0,387 / 0,437	

Результаты определения показателей АОС в плазме крови

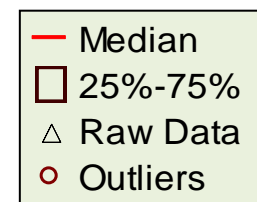


Показатель	P-value
GSH	0,173
ТБК-АП	1,000
Белок	0,173
CAT	0,270
SOD	0,254
OAE	0,932

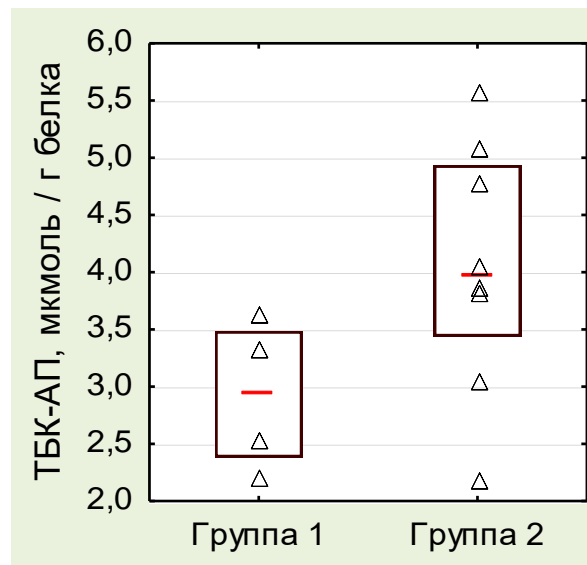
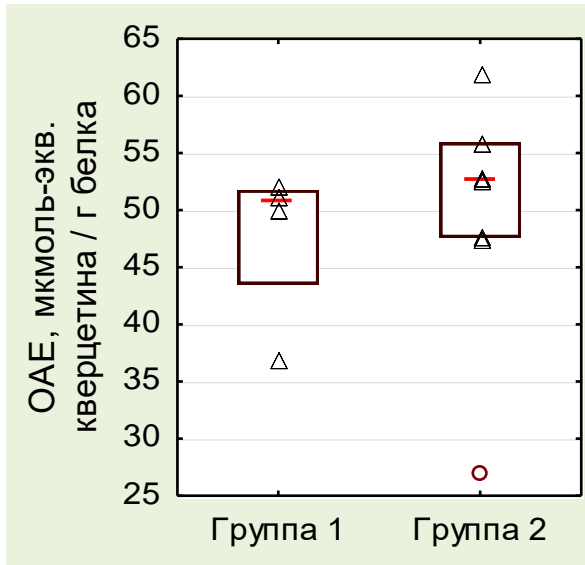
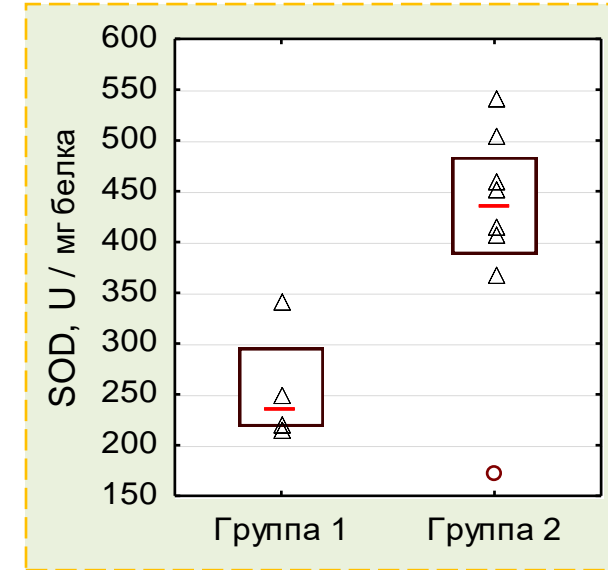
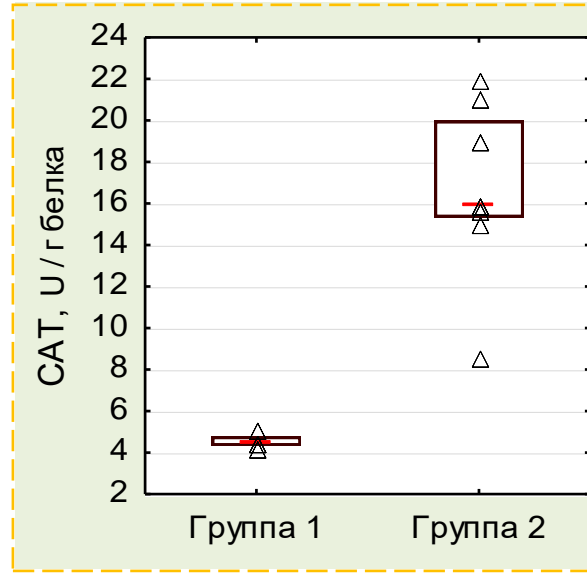
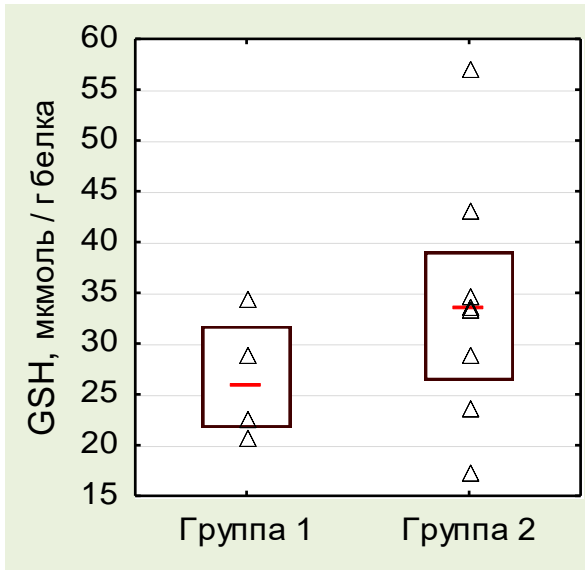
Результаты определения показателей АОС в экстрактах печени



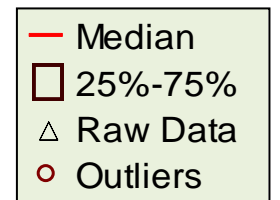
Показатель	P-value
GSH	0,022
CAT	0,051
SOD	0,008
OAE	0,008
ТБК-АП	0,034



Результаты определения показателей АОС в экстрактах мозга



Показатель	P-value
GSH	0,270
CAT	0,008
SOD	0,051
OAE	0,350
ТБК-АП	0,107

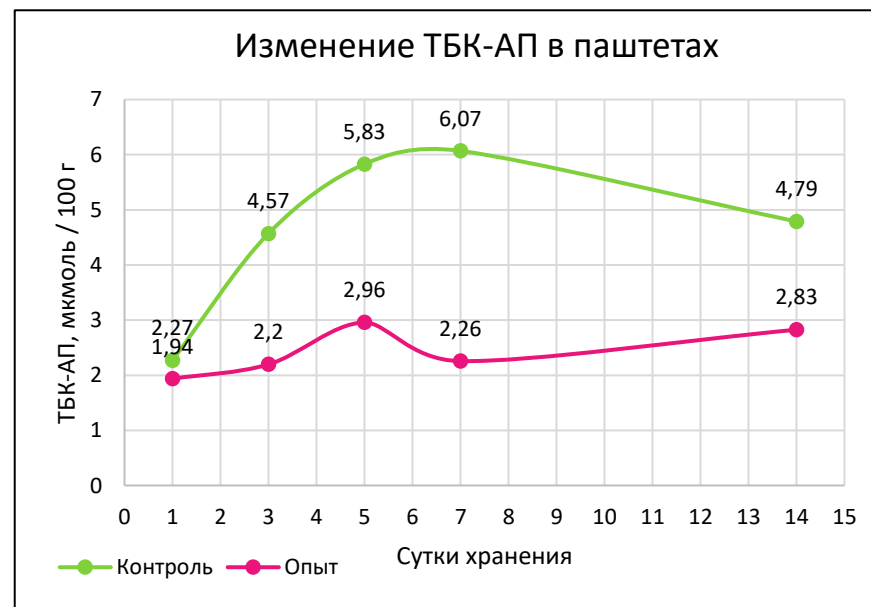
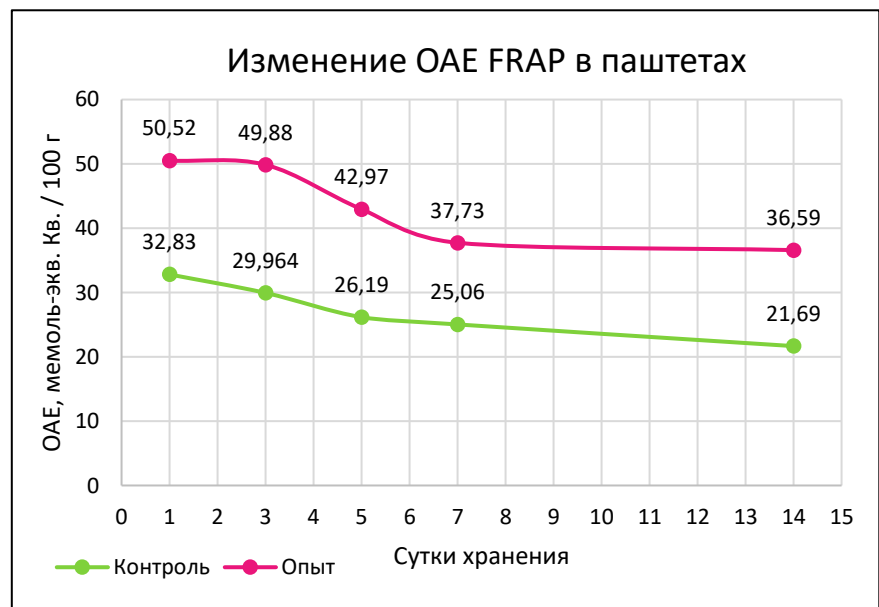


Сохранность антиоксидантных свойств экстракта в мясной матрице

Вносили экстракт шелухи желтого лука в паштет «Говяжий» ГОСТ Р55334-2012

22,2 мкмоль-экв. Кв / 100 г, что соответствует 6,71 мг-экв. кв / 100 г = 45% от адекватного уровня потребления (АУП) флавонолов и их гликозидов*

Сутки	OAE _{FRAP} , мкмоль-экв. кв. / 100 г продукта	
	Δ (О-К)	% от АУП
1	17,69	36,03
3	19,92	40,57
5	16,78	34,18
7	12,67	25,8
14	14,9	30,35



*Приложение 5 Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (с изменениями на 22 февраля 2022 года)

Выводы

1. Было установлено, что шелуха красного и желтого лука обладает высоким антиоксидантным потенциалом, причем его интенсивность уменьшается в ряду красный>желтый>белый. Наибольшие значения ОАЕ отмечались в экстракте красного лука. Аналогичные показатели желтого лука превышали ОАЕ широко используемых специй.
2. Определено, что основными антиоксидантами красного и желтого лука являлись кверцетин, 3'-метокси-4',5,7-тригидрокси-флавонол, мирицетин и спиреозид, что также было подтверждено литературными данными.
3. Методом хемилюминесценции было установлено, что антиоксидантные свойства красного и желтого лука обусловлены наличием АО трех типов активности, а белого – двумя типами. Отмечалось, что в шелухе желтого лука содержание всех типов АО находится в относительно равномерном соотношении.
4. Клеточная антиоксидантная активность белого лука была несоизмеримо низкой по отношению к красному и желтому. Интересно, что величины КАА для красного и желтого лука отличались между собой незначительно, тогда как при определении ОАЕ разница между этими двумя сортами высокая, преимущественно, за счет превалирования в шелухе красного лука сильных и средних антиоксидантов.
5. Подобранный перечень маркеров состояния АОС в выбранных органах, тканях и жидкостях позволил оценить комплексное воздействие спиртового экстракта шелухи лука желтого на организм стареющих лабораторных грызунов. Существенные изменения компонентов АОС в крови и мышцах не отмечались. Основными органами-мишенями являлись печень и мозг.
6. Внесение экстракта шелухи репчатого лука в мясной паштет, на протяжении 14 суток обеспечивает не менее 30% от адекватного уровня потребления флавонолов и их гликозидов, замедляя при этом образование продуктов перекисного окисления липидов.



Благодарю за внимание!

Больше информации:

Купаева Надежда Владимировна

E-mail: n.kupaeva@fncps.ru

Автор выражает благодарность за помощь в проведении исследований Котенковой Елене, Насоновой Виктории Викторовне, Богдановой Юлии, Смирновой Ютте, Хвостову Даниилу

