

Вестник № 4. Межрегиональная Общественная Организация «Лига ароматерапевтов, фитотерапевтов и натуропатов» // Под ред. Сакова И.В. СПб: изд-во «ЛЕМА», 2008. С. 22 – 30.

## **ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ПАХУЧИХ ВЕЩЕСТВ НА СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА ПО ДАННЫМ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ**

Прияткин Н.С., Коротков К.Г., Шапин А.В.

### 1. Введение

Физиологическая стоимость выполнения конкретного вида труда, в общем смысле, складывается из энергетической и информационной составляющих. Наряду с этим, интенсифицированное производство, с особыми специфическими требованиями к состоянию оператора, включает важные элементы условий труда: влияние температуры, давление окружающей среды, шум, вибрации. Обеспечение высокой надежности работы человека-оператора и сохранение его жизнедеятельности требует учета всего комплекса воздействия в потоке полимодальной информации.

Проблема учета и нормирования условий окружающей среды с количественным описанием диапазона возможностей физиологических процессов, входящих в системный ответ при осуществлении действий человеком-оператором интенсивно разрабатывается [1]. Наименее изученным остается влияние на человека-оператора пахучих веществ. Запахи на производстве могут быть предметом гигиенической регламентации и могут быть прямо связаны с информационными признаками специфического хода технологических процессов. Выявление физиологической реакции избирательно на пахучие вещества – чрезвычайно сложная задача [2,3]. Даже электроольфактограмма, с размещением электродов на обонятельном эпителии, отражает только суммарную активность многих клеток, причем, каждая из них реагирует на множество веществ медленным потенциалом сложной формы [2,3].

Всё вышеизложенное заставило сформулировать цель исследования – разработка методики по выявлению влияния пахучих веществ на функциональное состояние человека-оператора по данным метода газоразрядной визуализации (ГРВ).

### 2. Методика исследований

Исследования проведены по комплексной программе, включающей регистрацию ГРВ-грамм в фоне и с нагрузками моделирующими воздействие на обонятельный анализатор, анкетирование «Helpsy», психологические тесты: Опросник Айзенка, тест «POMS», опросник, выявляющий тип кожи.

В качестве функциональной нагрузки на систему обонятельного анализатора использованы **6 натуральных эфирных масел, выделенных из растений**: Голубая ромашка; Романская ромашка; Лимон; Мята перечная; Майоран (сорт Душицы); Ветиверия (Бородач) и 6 синтетических аналогов перечисленных природных масел – всего 12 пахучих веществ. Образцы пронумерованы, так что ни экспериментатор, ни испытуемый не знали, натуральное или синтетическое вещество используется.

#### 2.1. Тест на предпочтение

Все испытуемые определяли отношение к запаху каждого масла. Оно выражалось двумя коэффициентами:

- нумерация масел по приятности запаха от 1 (неприятно) до 6 (замечательно) – коэффициент (а);

- ранжирование 6 масел в порядке предпочтения от 1 (наилучшее) до 6 (наихудшее) – коэффициент (b).

Была предложена формула коэффициента предпочтения:

$$C = a (1-b / (N+1)),$$

где N – количество образцов (N = 6).

## 2.2. ГРВ тест

В качестве индикатора динамики функционального состояния использовались параметры, количественно характеризующие особенности газоразрядного свечения пальцев рук (ГРВ-грамм): площадь свечения, коэффициент формы, средняя интенсивность [4-6]. Для проведения измерений использован прибор «ГРВ-Камера», с характеристиками импульса: длина – 10 мкс; частота следования – 1024 Гц; время экспозиции разряда – 0,5 секунды; напряжение, подаваемое на электрод 3 кВ.

Обработку ГРВ-грамм выполнили в программе «GDV Scientific Laboratory» набор параметров рассчитали по каждому изображению.

В качестве базовых параметров использовали средние величины параметров по 5 пальцам левой и правой рук, а также среднее по 10-ти пальцам.

Экспериментальный протокол обследования включал:

- Видеосъемка ГРВ-грамм 10 пальцев без фильтра и с фильтром «фон»;
- Вдыхание аромата кофе в течение 2,5 мин;
- Пауза 10 мин;
- Видеосъемка ГРВ-грамм 10 пальцев без фильтра «контроль» для 1-го пахучего вещества;
- Видеосъемка 4 пальца левой руки каждые 15 секунд до, в процессе и после пахучего вещества. Сначала получали 20 ГРВ-изображений («фон»), затем испытуемому давали пробник с нанесенным на него стандартным количеством пахучего вещества в течение 2 минут 30 секунд, необходимых для регистрации 10 ГРВ-изображений, затем пробник забирали и выполняли ГРВ-съемку еще 20 кадров.
- Видеосъемка ГРВ-грамм 10 пальцев без фильтра «эффект» для 1-го пахучего вещества;
- Нейтрализация запаха ароматом кофе в течение 2,5 мин;
- Пауза 10 мин;
- Повторение стадий 4-8 для второго пахучего вещества;
- Повторение стадий 4-8 для третьего пахучего вещества.

Выбор 4 пальца левой руки основан на данных источника [4], где было показано, что ГРВ-граммы именно этого пальца, наиболее информативны для суждения о психофизиологической реакции испытуемых. В один день у испытуемого проводили тестирование только 3-х пахучих веществ.

В результате измерений (пункт 5 протокола) получали 50 отдельных ГРВ изображений в формате BMP. На рис.1. представлена динамика ГРВ-площади свечения, в исследовании с пахучим веществом № 740 испытуемым № 02.

На графике условно можно выделить несколько фаз: исходное состояние (точки 1-20), момент предъявления пахучего вещества (точки 23-32) и последствие (точки 35-54). (Точки 21, 22 и 33, 34 искусственно добавлены на график для удобства наблюдения отдельных фаз.) В момент предъявления пахучего вещества время можно выделить две стадии: начало реакции (фазический сдвиг) и относительная стабилизация показателя (тоническая составляющая); после вдыхания аромата также можно выделить 2 стадии – фазический сдвиг 2 и фаза релаксации. На примере 4-стадийной реакции, представленной на рисунке 1, можно явно выделить 4 фазы: фазический сдвиг 1 – точки (23-25) тоническая составляющая – точки 26-32; фазический сдвиг 2 (35-41) и релаксация – точки 42-54.

Существенность сдвига ГРВ параметров оценивались следующим образом:

- Изменения ГРВ параметров по амплитуде: выделенные фазы сравнивали статистически с фоном (точки 6-20) по непараметрическому критерию Манна-Уитни, являющимся корректным статистическим критерием для анализа данных с малым числом экспериментальных точек.
- Изменения ГРВ параметров по дисперсии: выделенные фазы сравнивали статистически с фоном (точки 6-20), используя F-критерий.

Точки фона (1-5) исключили из обработки на основании анализа графиков экспериментальных данных. При статистической обработке существенность фазического сдвига 1 рассчитывали по точкам 23-27, тонического сдвига 1 – по точкам 28-32, фазического сдвига 2 – по точкам 35-39.

В ряде анализов рассматривалась статистическая значимость только двух стадий: фазы реакции на запах в момент его предъявления, и фазы адаптации после окончания действия стимула. Для каждой фазы вычислялось количество участников, продемонстрировавших статистически значимую реакцию, и вычислялся их процент от общего числа участников.

### 3. Результаты

Обследованы 22 практически здоровых испытуемых, женщины в возрасте от 18 до 60 лет.

#### 3.1. Тест на предпочтение

Введенные выше коэффициенты, полученные по результатам испытаний, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты теста на предпочтение.

Oil	Коэффициент предпочтения (a)	Коэффициент ранжирования (b)	Оценка (c)
Lemon	4.56	1.19	3.81
Peppermint	3.81	2.31	2.62
Marjoram	2.94	3.50	1.51
Roman Chamomile	2.69	3.94	1.25
Vetiver	2.13	4.69	0.84
Blue Chamomile	1.94	5.38	0.58

#### 3.2. ГРВ результаты

После анализа экспериментальных данных, полученных на группе операторов, которым были предъявлены все 12 разновидностей пахучих веществ, были выделены несколько типов реагирования:

- Все 3 стадии явно выражены и статистически значимы.
- Выделены только 2 фазы.
- Выделена только одна фаза.
- Реакция на пахучие вещества не зарегистрирована.

В результате проведенных исследований установлено, что существует несколько типов реакций на запахи, часть из которых подвержены значительной изменчивости вследствие особенностей нервной системы испытуемых, тогда как другая их часть воспроизводилась в условиях данного эксперимента.

Наличие статистически значимой реакции оценивалось по нескольким параметрам:

- Площадь ГРВ-грамм;
- Коэффициент Формы ГРВ-грамм;
- Интенсивность ГРВ-грамм.

Вычислялись проценты значимых реакций по каждому из этих параметров, суммарная групповая реакция получалась путем усреднения их суммы (табл. 2).

Таблица 2. Значимые реакции испытуемых на пахучие вещества по данным ГРВ.

Oil	Lemon		Marjoram		Peppermint		Roman Chamomile		Blue Chamomile		Vetiver	
	391	262	076	944	145	960	153	740	682	731	099	467
GDV Area	76.5	58.8	76.0	76.4	65.0	82.4	71.0	70.6	47.0	100.0	41.2	82.4
GDV FC	88.2	76.5	65.0	70.5	59.0	76.5	24.0	88.2	12.0	82.3	47.1	82.4
GDV Intensity	47.1	82.4	35.0	58.8	35.0	64.7	41.0	76.5	59.0	70.5	23.5	64.7
Average %	70.6	72.5	59.0	68.6	53.0	74.5	45.0	78.4	39.0	84.3	37.3	76.5

Было установлено, что для некоторых масел реакции на натуральное и синтетическое масла существенно отличались. Эти результаты иллюстрируются данными рис.2.

Как видно из этого рисунка, отличия для масел ЛЕМОН и МАЙОРАН практически нет, в то время как для остальных пар процент прореагировавших участников был весьма различен. Это говорит о том, что подсознательная реакция человека на запах натурального и синтетического масел различается.

Подобные эффекты не объясняются классической моделью реакции на запах, основанной на представлениях о реакции рецепторов на геометрическую форму молекул: в случае натуральных и синтетических молекул их форма идентична. В то же время квантово-механическая модель Люка Тюрина [7] позволяет выдвинуть разумную гипотезу полученных экспериментальных фактов.

ГРВ тест подтвердил известный факт [8], что длительность адаптационной фазы зависит от степени неприятности запаха – чем хуже запах, тем дольше адаптация. Эта зависимость представлена на рис.3.

ГРВ реакции также коррелировали с индивидуальной предпочтительностью того или иного запаха. Эти данные представлены на рис. 4-6 для разных фаз реакции. Как видно из рисунков, в разных фазах характер групповой реакции несколько отличается, но в целом корреляция сохраняется на протяжении всего экспериментального цикла.

#### 4. Заключение

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Методика газоразрядной визуализации позволяет выявлять действие пахучих веществ на функциональное состояние человека-оператора.
2. Зарегистрированные реакции операторов по ГРВ показателям на пахучие вещества являются индивидуальными и слабовоспроизводимыми по группе.
3. Зарегистрированные эффекты отражают подсознательную реакцию, коррелирующую, но не связанную напрямую, с характером воздействующего фактора.
4. Разработанная методика может является эффективным инструментом в проблеме учета и нормирования условий окружающей среды на человека-оператора.

#### Литература

1. Попечителей Е.П. Биотехнические системы интерпретации экспериментальных данных. – Л.: ЛЭТИ, 1985. – 71с.

2. Тамбиев А.Х. Летучие вещества, запахи и их биологическое значение. – М., Знание, 1974. – 64с.
3. Николаевский В. В. Ароматерапия: Справочник. М.: Медицина, 2000. 336с.
4. Коротков К. Г. Основы ГРВ Биоэлектрографии. Л.: Изд-во СПбГУИТМО, 2001. 360 с.
5. Коротков К.Г. Физические механизмы и принципы построения систем ГРВ Биоэлектрографии. // Изв. вузов. Приборостроение. 2005. Т. 48, №11.
6. Коротков К.Г. Коротков К. Г. Принципы анализа в ГРВ Биоэлектрографии. СПб.: Изд-во «Реноме», 2007. 286 с.
7. Turin L. A. spectroscopic mechanism for primary olfactory system // Chem. Senses. 1996, Vol. 21, No 6. P.773-791.
8. Прияткин Н.С., Коротков К.Г., Куземкин В.А., Вайншелбойм А, Матраверс П. Метод ГРВ биоэлектрографии для исследования влияния пахучих веществ на психофизиологическое состояние человека // Известия вузов. Приборостроение. – 2006. Т.49. - №2. - С. 37-43.

## Рисунки

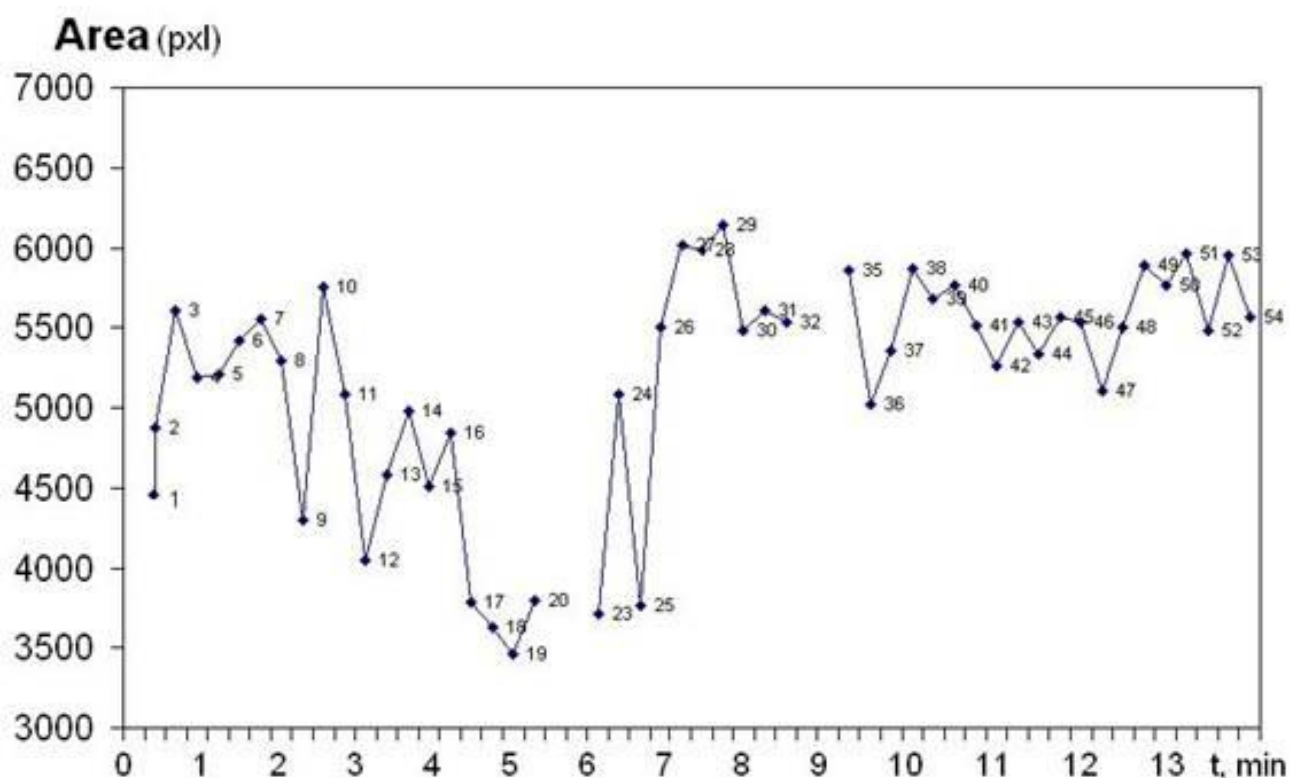


Рис. 1. Динамика ГРВ параметра площади свечения, иллюстрирующий 4-х фазную реакцию оператора на пахучее вещество. По оси абсцисс – № кадра, по оси ординат – величина площади свечения (в пикселях)

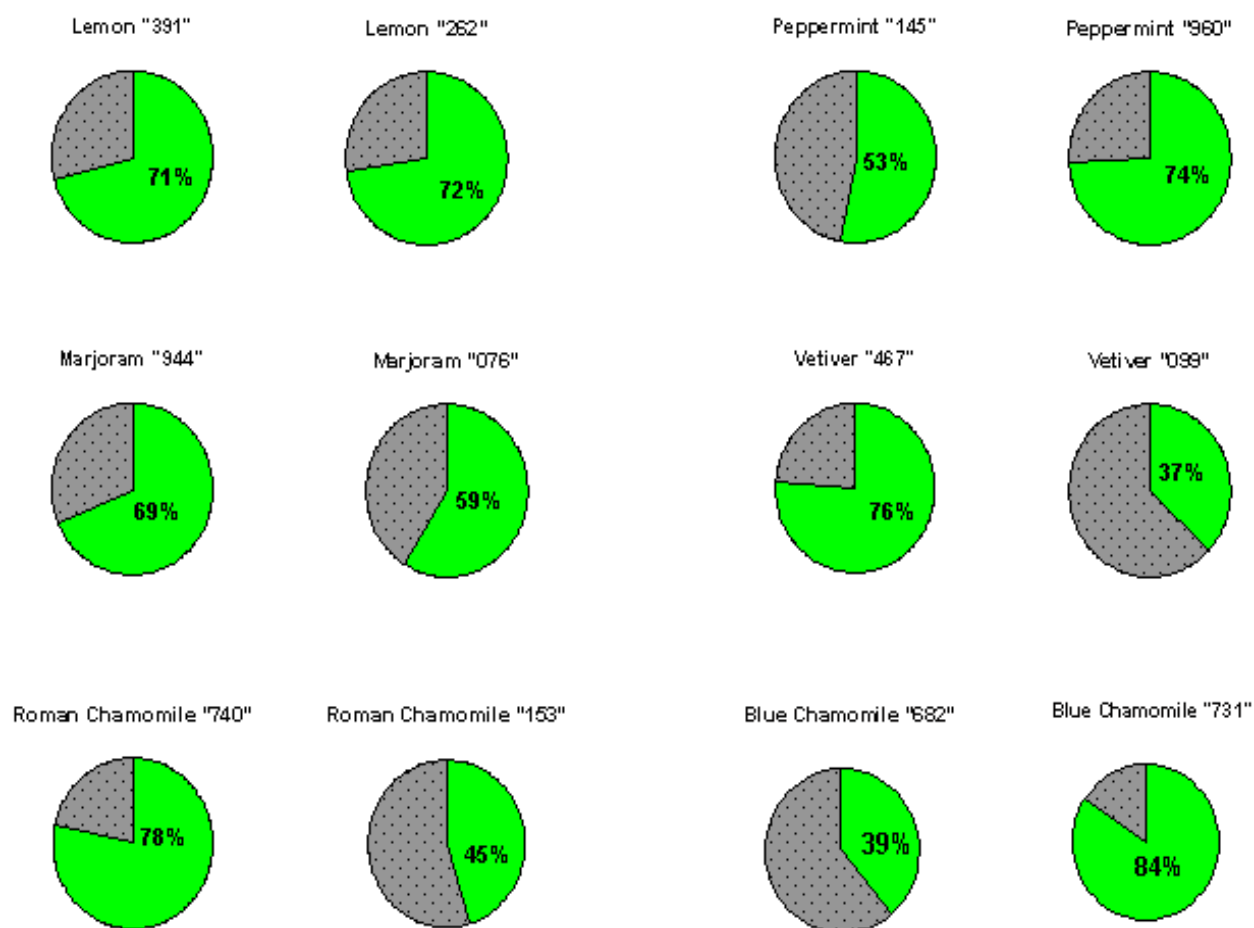


Рис.2. Проценты участников, показавших статистически значимые реакции на натуральное и синтетическое масла.

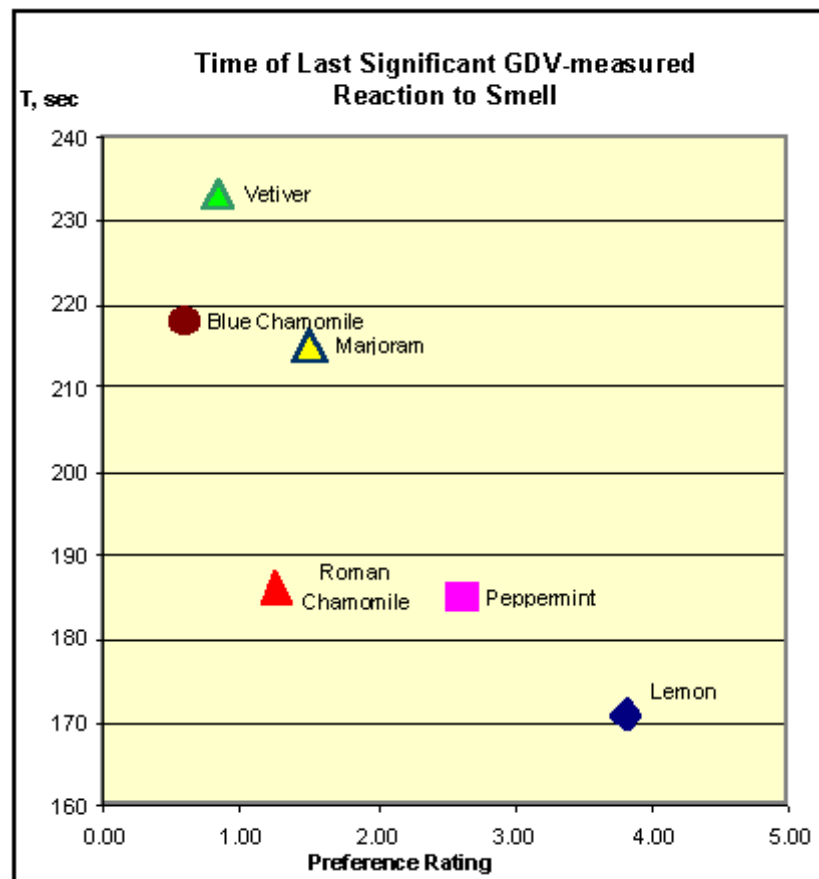


Рис. 3. Связь длительности адапционной фазы и степени индивидуального предпочтения запаха.

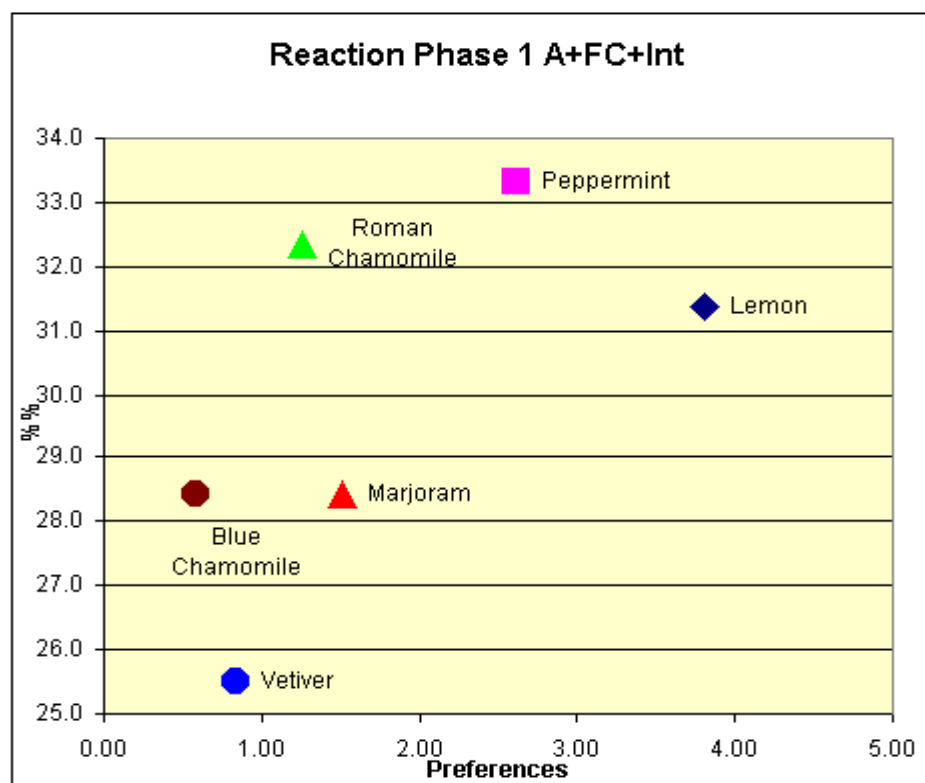




Рис. 4 . Проценты участников, показавших статистически значимые реакции на запах в зависимости от коэффициента предпочтения в первой фазе реакции.

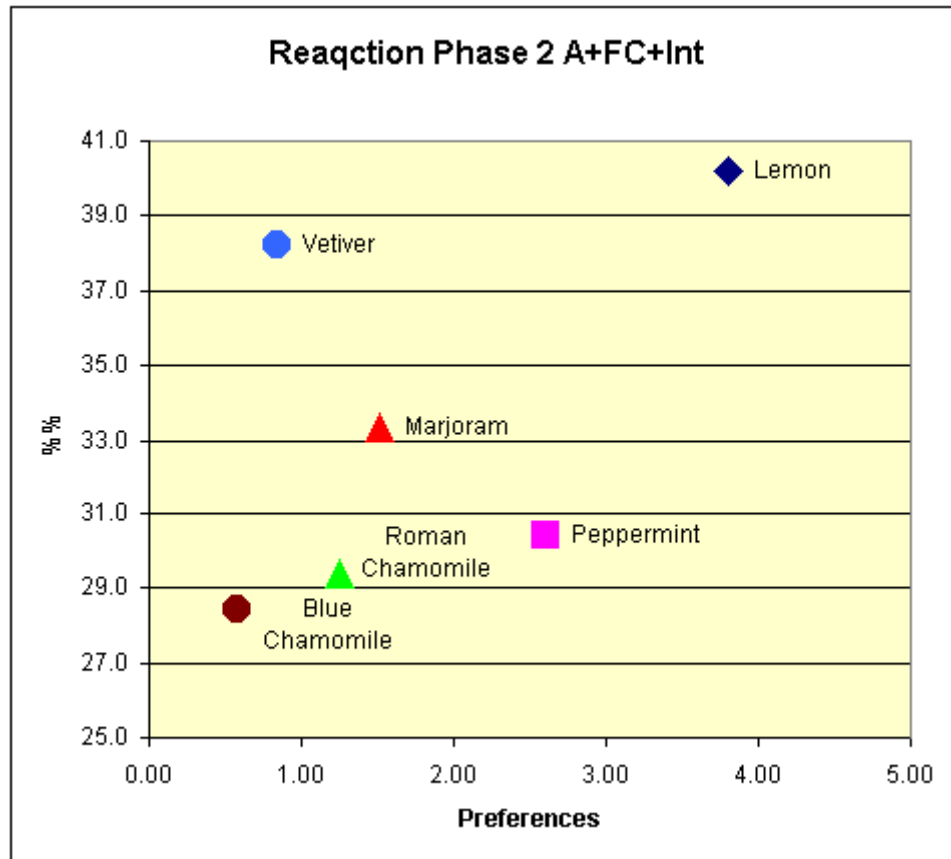


Рис. 5. . Проценты участников, показавших статистически значимые реакции на запах в зависимости от коэффициента предпочтения во второй фазе реакции.

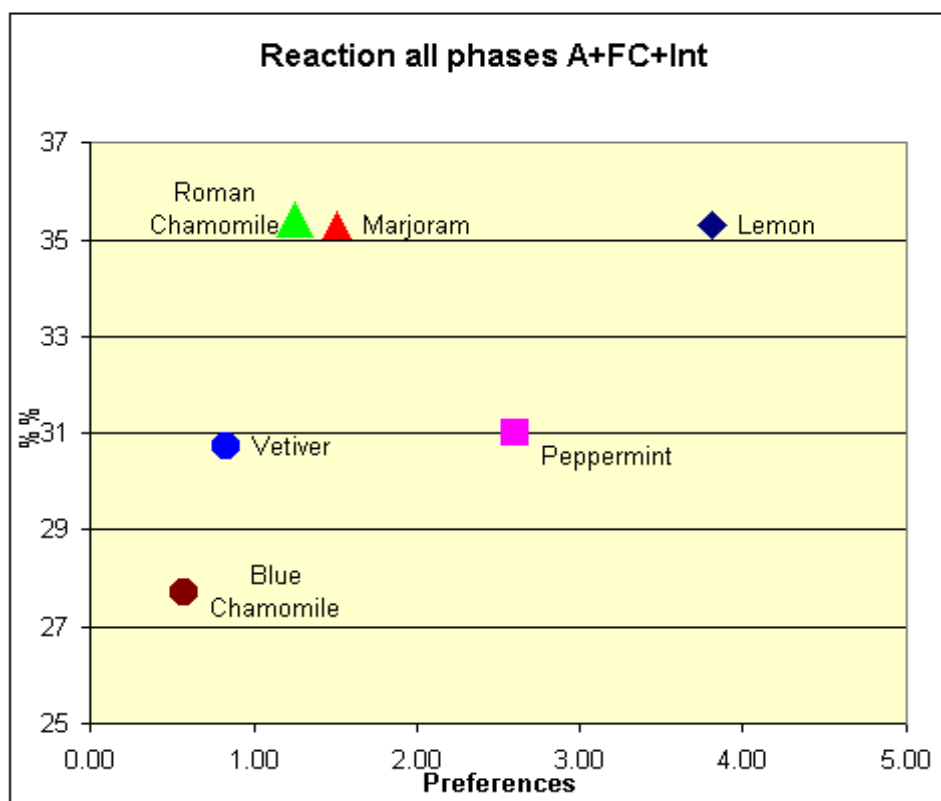


Рис. 6. . Проценты участников, показавших статистически значимые реакции на запах в зависимости от коэффициента предпочтения по всем фазам реакции.