

Смирнов Е. В.

Пищевые красители

Справочник

Санкт-Петербург

ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОФЕССИЯ

2009

ББК 35.62
УДК 663.052
С 50

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав. Информация, содержащаяся в данной книге, получена из источников, рассматриваемых издательством как надежные. Тем не менее, имея в виду возможные человеческие или технические ошибки, издательство не может гарантировать абсолютную точность и полноту приводимых сведений и не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

Смирнов Е. В.
С50 Пищевые красители. Справочник. — СПб.: Издательство «Профессия», 2009. — 352 с.

ISBN 978-5-93913-164-3

В настоящем справочнике рассмотрены пищевые красители: терминология и классификация; история и регламентация применения в России, странах ЕС и США; разрешенные и исключенные из списка разрешенных в 2007–2008 гг. пищевые красители; анализ показателей безопасности красителей и их качественное и количественное определение в некоторых пищевых продуктах.

Издание содержит обширный справочный материал: список разрешенных пищевых добавок; области применения и максимальные уровни содержания 25 пищевых красителей согласно *Codex Alimentarius*; рекомендации по окрашиванию кондитерских изделий, мороженого, напитков; методики определения основных показателей качества и безопасности красителей и методики определения красителей в некоторых пищевых продуктах, имеющиеся в отечественной технической и нормативной документации.

Нормативные документы по применению красителей приведены по состоянию на 01.08.2008 г.

Справочник адресован специалистам предприятий пищевой промышленности, преподавателям, студентам и аспирантам профильных ВУЗов.

ББК 35.62
УДК 663.052
ISBN 978-5-93913-164-3

© Смирнов Е. В., 2009
© Изд-во «Профессия», 2009

Оглавление

Глава 1. Общие сведения о пищевых красителях	11
1.1. Терминология. Пищевые красители и их назначение	11
1.2. Классификация красителей по происхождению	13
1.3. Немного истории	15
1.3.1. Окрашивание пищевых продуктов, ограничения применения красителей	15
1.3.2. Синтетические пищевые красители в СССР и Российской Федерации	17
1.3.3. Натуральные пищевые красители в СССР и Российской Федерации	19
1.4. Токсическая безопасность пищевых красителей	20
1.5. Об аллергенности пищевых красителей	25
1.6. Источники опасности и условия безопасной работы с порошкообразными и гранулированными пищевыми красителями	25
Литература.....	27
Глава 2. Пищевые красители в странах Европейского союза	28
2.1. Общие положения	28
2.2. Перечень разрешенных красителей	29
2.3. Перечень пищевых продуктов, в которых не допускается применение пищевых красителей	30
2.4. Перечень пищевых продуктов, в которых допускается использование только определенных пищевых красителей.....	32
2.5. Перечень пищевых красителей, использование которых допускается только для определенных пищевых продуктов	36
2.6. Перечень разрешенных пищевых красителей и их максимальные дозировки в пищевые продукты	37
Литература.....	39
Глава 3. Пищевые красители в Соединенных Штатах Америки	40
Литература.....	43
Глава 4. Пищевые красители в России	44
4.1. Регламентация применения пищевых красителей	44
4.2. Перечень разрешенных пищевых красителей	45
4.3. Перечень пищевых продуктов, добавление в которые красителей не допускается	47
4.4. Перечень пищевых продуктов, в производстве которых допускаются только определенные красители	48
4.5. Перечень пищевых красителей и максимальные уровни их содержания в пищевых продуктах	50
4.6. Некоторые различия в нормативной базе по пищевым красителям в России и странах ЕС	52

4.7. Срок годности, срок хранения и условия хранения пищевых красителей	52
4.8. Государственная регистрация красителей.....	53
Литература.....	53
Глава 5. Синтетические пищевые красители.....	54
5.1. Классификации	54
5.2. Химия и метаболизм	56
5.3. Колористические характеристики и растворимость.....	57
5.4. Стабильность по отношению к кислотности среды, нагреванию, свету, щелочам, кислотам, консервантам.....	60
5.5. Стабильность в кондитерских изделиях и напитках	62
5.6. Показатели чистоты синтетических красителей.....	63
5.7. Азокрасители	64
5.7.1. Тартразин, E102	64
5.7.2. Желтый 2G, E107.....	65
5.7.3. Желтый солнечнозакатный <i>FCF</i> , Желтый «солнечный закат» <i>FCF</i> , E110	65
5.7.4. Цитрусовый красный	67
5.7.5. Азорубин, E122.....	67
5.7.6. Амарант, E123.....	68
5.7.7. Понсо 4R, E124	70
5.7.8. Красный 2G, E128	71
5.7.9. Очаровательный красный AC, E129	72
5.7.10. Бриллиантовый черный <i>PN</i> , E151	74
5.7.11. Коричневый <i>FK</i> , E154	75
5.7.12. Коричневый <i>HT</i> , E155.....	78
5.7.13. Литолрубин <i>BK</i> , E180	79
5.8. Трифенилметановые красители.....	80
5.8.1. Патентованный синий <i>V</i> , E131	80
5.8.2. Бриллиантовый голубой <i>FCF</i> , Блестящий синий <i>FCF</i> , E133.....	81
5.8.3. Зеленый <i>S</i> , E142	83
5.8.4. Зеленый прочный <i>FCF</i> , E143	84
5.9. Хинофталоновые красители – Хинолиновый желтый, E104	85
5.10. Индигоидные красители – Индигокармин, E132	87
5.11. Ксантеновые красители – Эритрозин, E127.....	88
5.12. Оксазиновые красители – Орсейл, E182	89
5.13. Стирилбензпирилеиновые красители	90
5.13.1. Красный для карамели № 1	90
5.13.2. Красный для карамели № 2	91
5.14. Флавилиевые красители – Красный для карамели № 3	92
5.15. Порошкообразные смесевые красители.....	93
5.16. Применение синтетических пищевых красителей.....	95
5.16.1. Водорастворимые красители	95

5.16.2. Лаки красителей.....	96
Литература.....	97
Глава 6. Натуральные пищевые красители и их синтетические аналоги.....	98
6.1. Ассортимент.....	98
6.2. Токсическая безопасность.....	99
6.3. Пищевая ценность.....	100
6.4. Классификации.....	101
6.5. Куркумин, E100i.....	102
6.6. Рибофлавины, E101i, E101ii.....	104
6.7. Алканет (Алканин), E103.....	106
6.8. Кармины и экстракт кошенили, E120.....	106
6.9. Хлорофиллы.....	108
6.9.1. Хлорофиллы, E140.....	108
6.9.2. Медные комплексы хлорофиллов, E141i.....	110
6.9.3. Натриевые и калиевые соли медных комплексов хлорофиллинов, E141ii.....	111
6.10. Сахарный колер, E150 a, b, c, d.....	113
6.10.1. Сахарный колер простой, E150a.....	113
6.10.1.1. Получение колера E150a для безалкогольных напитков.....	114
6.10.1.2. Получение колера E150a для ликероводочных изделий.....	115
6.10.1.3. Краситель колер E150a концентрированный.....	121
6.10.2. Сахарный колер II, III, IV (E150 b, c, d).....	122
6.11. Каротиноидные пигменты.....	123
6.11.1. β -Каротины, E160a.....	126
6.11.2. Экстракты аннато (E160b).....	130
6.11.3. Маслосмола паприки, E160c.....	134
6.11.4. Ликопин, E160d.....	136
6.11.5. β -Апо-8'-каротиналь, E160e.....	137
6.11.6. β -Апо-8'-каротиновой кислоты этиловый эфир, E160f.....	138
6.11.7. Флавоксантин, E161a.....	140
6.11.8. Лютеин, E161b.....	140
6.11.9. Криптоксантин, E161c.....	142
6.11.10. Рубиксантин, E161d.....	143
6.11.11. Виолаксантин, E161e.....	143
6.11.12. Родоксантин, E161f.....	143
6.11.13. Кантаксантин, E161g.....	144
6.11.14. Зеаксантин, INS 161h.....	145
6.11.15. Шафран.....	147
6.12. Красный свекольный, E162.....	149
6.13. Антоцианы, E163.....	151
6.13.1. Распространенность антоцианов в природе.....	152
6.13.2. Химический состав антоциановых красителей.....	152
6.13.3. Факторы, определяющие обесцвечивание антоцианов.....	155

6.13.4. Получение антоциановых красителей.....	158
6.14. Танины пищевые, E181	159
6.15. Красный рисовый.....	161
6.16. Картамины.....	162
6.16.1. Картамин желтый	162
6.16.2. Картамин красный.....	164
6.17. Экстракт сандалового дерева	165
6.18. Рекомендации по применению натуральных красителей	165
6.18.1. Общие рекомендации	165
6.18.2. Окрашивание маргаринов и спредов	165
6.18.3. Некоторые особенности применения красителя колер E150a в напитках	169
Литература.....	170
Глава 7. Неорганические пищевые красители	171
7.1. Классификация	171
7.2. Уголь, E152.....	171
7.3. Уголь растительный, E153	172
7.4. Карбонат кальция, E170.....	172
7.4.1. Карбонат кальция, E170i	172
7.4.2. Гидрокарбонат кальция, E170ii	173
7.5. Диоксид титана, E171.....	174
7.6. Оксиды и гидроксиды железа, E172	175
7.7. Алюминий, E173	176
7.8. Серебро, E174.....	176
7.9. Золото, E175	176
7.10. Ультрамарин	177
7.11. Рекомендации по применению.....	177
Литература.....	178
Глава 8. Анализ пищевых красителей.....	179
8.1. Синтетические пищевые красители	179
8.1.1. Анализ основных качественных показателей красителей.....	179
8.1.1.1. Определение массовой доли красящих веществ	179
8.1.1.1.1. Определение массовой доли красящих веществ титрованием трихлористым титаном	179
8.1.1.1.2. Определение массовой доли основного красящего вещества спектрофотометрическим методом	179
8.1.1.2. Определение массовой доли хлорида натрия, сульфата натрия и воды.....	180
8.1.1.3. Определение массовой доли водонерастворимых примесей	180
8.1.1.4. Определение массовой доли сопутствующих красителей	180
8.1.1.4.1. Определение массовой доли сопутствующих красителей методом бумажной хроматографии.....	180

8.1.1.4.2. Определение массовой доли сопутствующих красителей методом ВЭЖХ.....	181
8.1.1.5. Определение массовой доли сульфированных органических соединений	181
8.1.1.5.1. Определение массовой доли сульфированных органических соединений методом колоночной хроматографии	181
8.1.1.5.2. Определение массовой доли сульфированных органических соединений методом ВЭЖХ	182
8.1.1.6. Определение массовой доли несulfированных аминов.....	182
8.1.1.7. Определение массовой доли экстрагируемых эфиром органических веществ	182
8.1.2. Идентификация и определение синтетических пищевых красителей в пищевых продуктах	182
8.1.2.1. Идентификация и определение массовой доли синтетических пищевых красителей в карамели	182
8.1.2.2. Определение синтетического пищевого красителя E132 в кондитерских изделиях и напитках	184
8.1.2.3. Идентификация и определение массовой доли синтетических пищевых красителей в алкогольной продукции	185
8.1.2.4. Идентификация синтетических пищевых красителей в пряностях..	187
8.1.2.5. Идентификация и определение синтетических пищевых красителей в биологически активных добавках и соках.....	189
8.1.2.5.1. Количественное определение в БАД с помощью методов ТСХ и спектрофотометрии	189
8.1.2.5.2. Определение в БАД и соках методом ВЭЖХ.....	189
8.2. Натуральные пищевые красители и их синтетические аналоги.....	190
8.2.1. Антоциановые красители	190
8.2.1.1. Определение красящих веществ по сернокислому кобальту	190
8.2.1.2. Определение содержания антоциановых красителей спектрофотометрическим методом при длине волны 490 нм.....	190
8.2.1.3. Определение содержания антоциановых красителей рН-дифференциальным спектрофотометрическим методом при длине волны 510 нм	191
8.2.1.4. Методика определения качественного и количественного состава антоциановых пигментов с помощью ВЭЖХ	191
8.2.2. Рибофлавины.....	192
8.2.3. Каротиноиды.....	192
8.2.3.1. Определение содержания желтых каротиноидных красителей по бихромату калия	192
8.2.3.2. Определение содержания β-каротина методом спектрофотометрии	193
8.2.3.3. Определение каротиноидов методом ВЭЖХ.....	193
Литература.....	194

Приложение 1. ГОСТ Р 52481–2005 «Красители пищевые. Термины и определения» (извлечения).....	196
Приложение 2. Перечень пищевых добавок для производства пищевых продуктов в России	198
Приложение 3. Красители E101i <i>рибофлавин</i> синтетический, E101ii <i>рибофлавин 5-фосфат</i> , E101iii <i>рибофлавин (Bacillus subtilis)</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах	218
Приложение 4. Краситель E110 <i>Желтый солнечнозакатный FCF</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	221
Приложение 5. Краситель E120 <i>кармин</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	224
Приложение 6. Краситель E124 <i>Понсо 4R</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	227
Приложение 7. Краситель E127 <i>Эритрозин</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	229
Приложение 8. Краситель E133 <i>Бриллиантовый голубой FCF</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	230
Приложение 9. Краситель E140 <i>хлорофилл</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	232
Приложение 10. Красители E141i <i>хлорофилл – медный комплекс</i> и E141ii <i>хлорофиллин – медный комплекс</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	234
Приложение 11. Краситель E143 <i>Прочный зеленый FCF</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах	235
Приложение 12. Краситель <i>колер</i> E150a. Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	236
Приложение 13. Краситель <i>колер</i> E150c. Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	238
Приложение 14. Краситель <i>колер</i> E150d. Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	241
Приложение 15. Краситель <i>бета-каротин</i> растительный E160a ii. Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	244
Приложение 16. Красители E160a i <i>бета-каротин</i> (синтетический), E160a iii <i>бета каротин (Blakeslea trispora)</i> , E160e <i>бета-апо-8'-каротиналь</i> , E160f <i>бета-апо-8'-каротиновой кислоты метиловый или этиловый эфиры</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	247
Приложение 17. Краситель E160b <i>экстракты аннато</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	247
Приложение 18. Краситель E161g <i>кантаксантин</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	247
Приложение 19. Краситель E162 <i>свекольный красный</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	248

Приложение 20. Краситель E170 <i>карбонат кальция</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	250
Приложение 21. Краситель E171 <i>диоксид титана</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах.....	252
Приложение 22. Краситель E172 <i>оксиды железа</i> . Области применения и максимальные уровни содержания в пищевых продуктах	254
Приложение 23. Классификатор пищевой продукции по <i>CODEX STAN 192-1995 (2008)</i>	256
Приложение 24. Рекомендации по окрашиванию карамели	261
Приложение 25. Рекомендации по окрашиванию мармелада и жележных начинок	263
Приложение 26. Рекомендации по окрашиванию помадных начинок	265
Приложение 27. Рекомендации по окрашиванию фруктовых начинок на основе яблочной подварки, повидла.....	267
Приложение 28. Рекомендации по окрашиванию зефира.....	269
Приложение 29. Рекомендации по окрашиванию мороженого.....	270
Приложение 30. Рекомендации по окрашиванию безалкогольных напитков	272
Приложение 31. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли хлорида натрия, сульфата натрия и воды	274
Приложение 32. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли водонерастворимых примесей	279
Приложение 33. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли сопутствующих красителей методом бумажной хроматографии	281
Приложение 34. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли сопутствующих красителей методом ВЭЖХ	285
Приложение 35. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли сульфированных органических соединений методом колоночной хроматографии	287
Приложение 36. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли сульфированных органических соединений методом ВЭЖХ	290
Приложение 37. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли несulfированных ароматических аминов	293
Приложение 38. Синтетические пищевые красители. Определение массовой доли веществ, экстрагируемых эфиром	297
Приложение 39. Синтетические пищевые красители. Идентификация и определение в карамели	299
Приложение 40. Синтетические пищевые красители. Индигокармин E132. Метод определения массовой доли в карамели, мармеладе, драже и напитках	318
Приложение 41. Синтетические пищевые красители. Идентификация и определение массовой доли в алкогольной продукции	324
Приложение 42. Синтетические пищевые красители. Определение в биологически активных добавках.....	335
Приложение 43. Натуральные пищевые красители. Антоцианы. Определение массы красящих веществ по серноокислому кобальту	339

Приложение 44. Натуральные пищевые красители. Антоцианы. Определение суммарного содержания методом рН-дифференциальной спектрофотометрии...	341
Приложение 45. Натуральные красители. Антоцианы. Определение качественного и количественного состава в БАД и соках методом ВЭЖХ.....	342
Приложение 46. Натуральные пищевые красители и их синтетические аналоги. Рибофлавин. Флуориметрический метод определения в биологически активных добавках.....	345

Глава 1

Общие сведения о пищевых красителях

1.1. Терминология. Пищевые красители и их назначение

В русскоязычных публикациях по пищевым красителям встречаются как синонимы следующие слова: колорант, красящее вещество, краситель, пигмент, краска. Определений названных терминов в отечественных нормативных документах (национальных стандартах России) не имеется.

Колорант (colourant) — термин, обычно означающий все вещества, которые могут придавать окраску.

Красящее вещество — это индивидуальное органическое соединение, обладающее способностью окрашивать различные материалы, растворяясь в окрашиваемой среде.

Краситель — это красящее вещество (смесь красящих веществ), обычно содержащее также неокрашенные компоненты, и предназначенное для окрашивания различных материалов.

Наличие неокрашенных составляющих обусловлено особенностями технологии красителей, но иногда такие компоненты могут добавляться специально. Важнейшей характеристикой пищевых красителей является содержание в них красящих веществ.

Значения термина пигмент в химии и биологии различаются.

Пигменты в химии (и лакокрасочной промышленности) — это окрашенные (включая белый и черный цвета) индивидуальные соединения или смесевые продукты (органические или неорганические) в виде тонкодисперсных порошков, нерастворимых в воде и пленкообразующих веществах; при растирании с последними образуют дисперсии, называемые красками. Отличительным свойством пигментов является их нерастворимость в воде и среде, которую они окрашивают.

Для окрашивания пищевых продуктов разрешено использование как органических (лаки синтетических красителей, натурального *кармина* — разделы 5.1, 6.8), так и неорганических (*оксиды железа, диоксид титана, ультрамарин*, мелкодисперсные *золото, серебро* и др. — глава 7) пигментов.

Краски — это лакокрасочные материалы, состоящие из пленкообразующего вещества и тонкодисперсных пигментов, а также других добавок (растворителей, пластификаторов и т. д.) и предназначенные для окрашивания поверхности различных изделий или для печатания на тканях, бумаге и др. Для окрашивания пищевых продуктов краски не используются. Тем не менее в рецептурах некоторых пищевых продуктов, например карамели [1], фигурирует термин «краска». Однако в указаниях к рецептурам поясняется, что под краской подразумеваются водные растворы синтетических или натуральных красителей, разрешенных для окрашивания пищевых продуктов.

Пигменты в биологии — это окрашенные вещества, содержащиеся в тканях животных и растений (безотносительно к их растворимости в воде). К пигментам растительного происхождения относятся, в том числе используемые в качестве пищевых красителей, хлорофиллы, каротиноиды, антоцианы, бетацианы (глава 6). Некоторые из них являются нерастворимыми в воде (хлорофиллы, каротиноиды), другие (антоцианы, бетацианы) — растворимыми.

В литературе по пищевым красителям, а также в Директиве стран Европейского союза (далее — ЕС) по пищевым красителям (глава 2) [2], все пищевые добавки, разрешенные для окрашивания пищевых продуктов, принято называть красителями (*colours*). Национальный стандарт России по маркировке пищевых продуктов [3] и Директива ЕС по маркировке пищевых продуктов [4] предусматривают в качестве единственного варианта вынесение на этикетку слова «краситель» с последующим его наименованием или указанием Е-индекса¹.

С английского языка как краситель можно перевести три слова: *colour* (амер. — *color*), *dye*, *colourant* (амер. — *colorant*). Термин «*colour, dye*» — англоязычный термин, обозначающий органический краситель, который растворяется в окрашиваемой среде. Однако применительно к пищевым красителям этот термин трактуется в странах ЕС шире и включает как собственно красители (растворимые в окрашиваемой среде), так и пигменты (нерастворимые в окрашиваемой среде) — неорганические и лаки органических красителей [6].

Для обозначения пищевых красителей в специальной англоязычной литературе чаще всего, а в материалах ФАО/ВОЗ и директивах по пищевым добавкам стран ЕС — исключительно, используется термин «*food colours*». В США в Своде Федеральных нормативных актов [7] (глава 3) используются термины «*color additives*» (красящие добавки), «*certified colors*» (сертифицированные красители), «*exempt colors*» (красители, не требующие сертификации).

Согласно национальным стандартам России по терминам и определениям пищевых добавок [8] и пищевых красителей [5]:

Пищевой краситель (food colour) — это пищевая добавка, предназначенная для придания, усиления или восстановления окраски пищевых продуктов².

¹ По указанной причине мы полагаем необоснованным введение национальным стандартом России по терминологии в области пищевых красителей [5] термина пищевой пигмент в качестве стандартизованного (Приложение 1). Проекты федеральных законов РФ Технический регламент «О безопасном применении пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» и Технический регламент «О маркировке пищевых продуктов» также не предусматривают термина пищевой пигмент.

² Определение пищевых красителей согласно Директиве ЕС по красителям [2] — раздел 2.1.

Примечание: к пищевым красителям не относятся красители, применяемые для окрашивания несъедобных наружных частей пищевых продуктов: оболочек для сыров и колбас, поверхностей для клеймения мяса и маркировки сыров и яиц.

Поскольку определения классов пищевых добавок, включая красители, приведенные в ГОСТ Р [8], основываются только на их функциональных свойствах и не касаются химической природы и состава, к указанному определению можно дать дополнительное пояснение: *пищевые красители* — это индивидуальные органические красящие вещества и их смеси, неорганические или органические пигменты и их смеси, с неокрашенными компонентами или без них.

Так как по определению пищевые красители — это пищевые добавки, то к ним не относятся окрашенные пряности и пищевые продукты, способные окрашивать пищу — паприка, шафран, куркума (турмерик)¹, красная свекла, гибискус, шпинат, соки, экстракт моркови, жженный сахар и др.

Применение красителей позволяет:

- создать широкий ассортимент пищевых продуктов, отличающихся по цвету, на основе однотипной неокрашенной продукции — леденцовой карамели, мармелада, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, желе, мороженого, йогуртов, жевательной резинки и др.;
- восстановить первоначальную окраску продукта, потерянную при обработке или хранении;
- усилить интенсивность естественной окраски;
- стандартизировать характеристики цвета пищевой продукции вне зависимости от ежегодных колебаний качества исходного сельскохозяйственного сырья.

Использование красителей позволяет сделать продукцию привлекательной для потребителя и, соответственно, повысить ее физиологическое усвоение.

Не допускается использование красителей для маскировки изменения цвета пищевых продуктов, обусловленного их порчей или недоброкачеством сырья.

1.2. Классификация красителей по происхождению

ГОСТ Р 52481–2005 «Красители пищевые. Термины и определения» [5] классифицировал пищевые красители на натуральные, синтетические и неорганические (Приложение 1).

Натуральный пищевой краситель — пищевой краситель, полученный из сырья растительного или животного происхождения [5].

Следует отметить, что данное определение не вполне точно. Красители, полученные из сырья растительного происхождения с помощью химических методов,

¹ Следует заметить, что список разрешенных в России пищевых добавок (Приложение 9) согласно СанПиН 2.3.2.1293-03 [9] включает под номером E100 два продукта: E100i *Куркумин* и E100ii *Турмерик* (раздел 4.2). Однако турмерик, представляющий собой порошок из корня куркумы, является пряностью и не относится к пищевым добавкам, и, следовательно, к пищевым красителям. В европейской Директиве по пищевым красителям [2] номер E100 подразумевает только один продукт — куркумин (раздел 2.2).

например, *орсейль* (раздел 5.12), по-видимому, нельзя отнести к натуральным. СанПиН [9] относит *орсейль* к синтетическим красителям, ГОСТ [5] — к натуральным.

Натуральные пищевые красители (глава 6) включают:

- смеси красящих и сопутствующих веществ, полученные из пищевых продуктов или других источников сырья растительного или животного происхождения путем экстракции, приводящей к селективному выделению красящих веществ относительно питательных, ароматических и прочих компонентов;
- карамельный *колер* (раздел 6.10) — продукт термической карамелизации углеводов, в том числе с применением химических реагентов;
- *медные комплексы хлорофилла и хлорофиллина* (разделы 6.9.2, 6.9.3).

Ряд красителей, существующих в природе, — *рибофлавин*, некоторые *каротиноиды* — получают химическим путем. Такие красители можно классифицировать как синтетические аналоги натуральных красителей. По аналогии с ароматизаторами их можно было бы назвать идентичными натуральным, но такой классификации применительно к пищевым добавкам, включая красители, нормативными документами не предусмотрено (термин «идентичный натуральному» применим только к ароматизаторам). Однако такое название иногда встречается как в зарубежной, так и в отечественной литературе.

Некоторые красители, существующие в природе — например, *рибофлавин* и β -*каротин* — получают также методами биотехнологии. По-видимому, такие красители логично отнести к натуральным (при условии, что натуральным является исходное сырье).

Синтетический пищевой краситель — *пищевой краситель, полученный методами химического синтеза* [5].

Синтетические пищевые красители (глава 5) — это смеси органических красящих веществ и сопутствующих продуктов, полученные химическим путем. Синтетические красители, не имеющие природных аналогов, называют также искусственными.

К синтетическим красителям, по-видимому, следует отнести также *орсейль* (раздел 5.12) — смесь красящих и сопутствующих веществ сложного состава, включающую, в частности, α , β , γ -аминоорцеины, получаемую обработкой аммиаком водного экстракта лишайников видов *Roccella* и *Lecanora*.

Неорганический пищевой краситель — *пищевой краситель, полученный из минерального сырья природного или химического происхождения* [5].

Неорганические пищевые красители (глава 7) — это некоторые мелкодисперсные металлы и оксиды (гидроксиды) металлов, аморфный *углерод*, *углекислый кальций*, а также синий пигмент *ультрамарин*. Неорганические красители могут быть минерального (*золото*) или химического происхождения (*двуокись титана*, *оксиды железа*, *ультрамарин* и др.).

В России классификация пищевых красителей по происхождению приведена в СанПиН 2.3.2.1293–03 [9] (раздел 4.2). Следует заметить, что ни в странах ЕС (глава 2), ни в США (глава 3) подразделения пищевых красителей по происхождению в нормативных документах не принято. Директива ЕС по маркировке пищевых продуктов [4], а также национальный стандарт России по маркировке пищевых продук-

тов [3]¹ предусматривают в качестве единственного варианта вынесение на этикетку слова «краситель» с последующим его наименованием или указанием E-индекса.

1.3. Немного истории

1.3.1. Окрашивание пищевых продуктов, ограничения применения красителей

С древнейших времен люди подкрашивали пищу. Искусство изготовления окрашенных кондитерских изделий запечатлено в древнеегипетских захоронениях, относящихся к 1500 г. до н. э. Плиний старший описывал окрашивание вин в 400 г. до н. э. Пряности и приправы подкрашивали по крайней мере 500 лет назад.

Окрашивание пищи в античные времена обычно было связано с религиозными или светскими праздниками и не преследовало целей фальсификации пищи. В средние века гильдии торговцев защищали качество своих товаров и боролись против фальсификаций. Однако промышленная революция, рост народонаселения и социальные изменения привели к расширению производства пищевой продукции на продажу, при этом фальсификация стала широко распространенной. Известны рекомендации по окрашиванию чайного листа ядовитыми неорганическими соединениями: краской *ярь-медянкой* (основная углекислая медь или малахит — $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), глостерского сыра и кондитерских изделий — *красным свинцом* (закись-окись свинца или свинцовый сурик, Pb_3O_4), приданию маринованным огурцам зеленого цвета — кипячением с медными монетами и другие [10].

Наиболее часто для подкрашивания пищевых продуктов использовали отвары плодов, цветов, корней и листьев. Для окрашивания в красный цвет использовали краснокочанную капусту, ягоды ежевики, клюквы, черники, шелковицы, цветы мальвы; в желтый цвет — орлеан, куркуму, сафлор, шафран; в зеленый цвет — листья вероники, лебеды, крапивы.

Развитие химической промышленности позволило, начиная со второй половины XIX века, применять для пищевых продуктов синтетические красители, при этом они практически полностью вытеснили натуральные.

Во Франции с 1860 г. вина стали подкрашивать *фуксином*. В США с 1886 г. было разрешено подкрашивать масло, с 1896 г. — сыры. На первом этапе перечень применяемых синтетических красителей был чрезвычайно широким, например, в США — около 80 наименований. К 1900 г. американцы потребляли окрашенные синтетическими красителями масло, сыр, кондитерские и выпечные изделия, кетчупы, колбасы, мороженое и др.

¹ Проекты федеральных законов РФ Технический регламент «О безопасном применении пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» и Технический регламент «О маркировке пищевых продуктов» не предусматривают подразделения пищевых красителей на натуральные, синтетические и неорганические».

Первым законодательным актом по пищевым красителям стал изданный в Германии в 1887 г. закон о красителях, запрещавший применение токсичных красителей при производстве продуктов питания¹.

Появившиеся в тот же период в большинстве стран законодательные акты об использовании красителей для пищевых продуктов базировались на принципе «негативных» списков, формально разрешавших использование любых красителей, кроме запрещенных. В настоящее время большинство государств исходит из концепции «позитивных» списков, включающих лишь разрешенные красители, а все остальные считаются неразрешенными. Во многих странах определены также перечни пищевых продуктов, в которых можно использовать красители.

Тщательные токсикологические исследования привели к существенному сокращению числа разрешенных синтетических пищевых красителей.

Для иллюстрации в табл. 1.1 приведен перечень 24 синтетических красителей, применявшихся в США с 1907 г. В настоящее время список разрешенных включает 9 красителей (глава 3), при этом только два из них — *Эритрозин* и *Индигокармин* — использовались в начале века, остальные вошли в употребление позднее, при этом краситель *Цитрусовый красный №2* разрешен только для окрашивания кожуры апельсинов (раздел 5.7.4), а краситель *Оранжевый В* — оболочек колбас.

Таблица 1.1. Синтетические красители, использовавшиеся ранее и применяемые в настоящее время в пищевой промышленности США

Наименование красителя	№ по Colour Index*	Год разрешения	Год запрещения	Обозначение FDA**
Пунцовый 3R	16 155	1907	1961	—
Амарант	16 185	1907	1976	—
Эритрозин	45 430	1907	—	FDC Red №3
Оранжевый 1	14 600	1907	1956	—
Нафтоловый желтый S	10 316	1907	1959	—
Ярко-зеленый SF желтоватый	42 095	1907	1966	—
Индигокармин	73 015	1907	—	FDC Blue №2
Тартразин	19 140	1916	—	FDC Yellow №5
Судан 1	12 055	1918	1918	—
Масляный желтый	11 160	1918	1918	—
Желтый АВ	11 380	1918	1959	—
Желтый ОВ	11 390	1918	1959	—
Гвинейский зеленый В	42 085	1922	1966	—
Прочный зеленый FCF	42 053	1927	—	FDC Green №3
Понсо SX	14 700	1929	1976	—
Желтый солнечнозакатный FCF	15 985	1929	—	FDC Yellow №6
Бриллиантовый голубой FCF	42 090	1929	—	FDC Blue №1
Нафтоловый желтый S	10 316	1939	1959	—

¹ По-видимому, первым примером пищевого законодательства можно рассматривать принятый английским парламентом в 1266 г. запрет использования для производства пищевых продуктов сырья, если оно не является безопасным для человека [10].

Окончание табл. 1.1

Наименование красителя	№ по <i>Colour Index</i> *	Год разрешения	Год запрещения	Обозначение <i>FDA</i> **
Оранжевый 55	12 100	1939	1956	—
Масляный красный ХО	12 140	1939	1956	—
Бензилвиолет 4В	42 640	1950	1973	—
Цитрусовый красный № 2	12 156	1959	—	Citrus Red № 2
Оранжевый В	19 235	1966	—	Orange B
Очаровательный красный АС	16 035	1971	—	FDC Red №40

* *Colour Index* — Каталог красителей, издаваемый *British Society of Dyes and Colourists, American Association of Textile Chemists and Colorists*.

** *FDA (Food and Drug Administration)* — Управление по контролю пищевых продуктов и лекарственных средств США).

В 1980-е годы в странах ЕС было разрешено использование 12 синтетических красителей, в Великобритании — 16, в Италии — 11, в Австрии — 10, в Индии — 11, в Канаде — 8, в СССР — 2.

1.3.2. Синтетические пищевые красители в СССР и Российской Федерации

Советская гигиеническая наука и практика всегда были за максимальное ограничение применения пищевых добавок, в том числе и красителей [11]. Поэтому количество разрешенных для применения синтетических пищевых красителей постоянно сокращалось: в 1938 г. в СССР было разрешено 7 синтетических пищевых красителей, в 1950 г. этот список уменьшили до трех — красителей *Индигокармин*, *Амарант* и *Нафтоловый желтый* (кроме того, для отбеливания сахара-рафинада остался разрешенным неорганический синтетический пигмент *ультрамарин УС* — раздел 7.10) [12]. В 1959 г. был запрещен краситель *Нафтоловый желтый*¹ с одновременным разрешением желтого красителя *Тартразин*, в 1971 г. был запрещен красный азокраситель *Амарант*².

Таким образом, в СССР остались разрешенными только два синтетических водорастворимых пищевых красителя — *Индигокармин* и *Тартразин* [13].

Поскольку для обеспечения основной гаммы цветов требуется как минимум три красителя (красный, желтый и синий), в СССР возник острый дефицит красного синтетического пищевого красителя.

Следует отметить, что Минздрав СССР придерживался позиции, что азокрасители по своей природе являются потенциально опасными для человека ввиду возможности распада в организме на токсичные амины. Вследствие этого считалось нецелесообразным проведение токсиколого-гигиенических исследований других

¹ В 1959 г. *Нафтоловый желтый* был запрещен также в США.

² В 1976 г. *Амарант* был запрещен также в США.

используемых за рубежом красных пищевых азокрасителей (*Азорубин, Понсо 4R, Очаровательный красный АС*).

В качестве альтернативы красным пищевым азокрасителям были предложены синтетические производные натуральных пищевых красителей-антоцианов — красители *Красный для карамели № 1* и *Красный для карамели № 2*, предназначенные только для леденцовой карамели (разделы 5.13.1, 5.13.2), и краситель *Красный для карамели № 3* широкого спектра применения (раздел 5.14). Опытные партии данных красителей вырабатывались до середины 1990-х годов, однако их производство было прекращено в связи с разрешением применения к этому времени более дешевых красных пищевых азокрасителей.

В результате изменения позиции органов здравоохранения России по отношению к используемым за рубежом синтетическим пищевым красителям, список разрешенных в России красителей стал стремительно расширяться. Так, к 1994 г. среди разрешенных фигурируют уже 12 [14], а к 2002 г. — 19 синтетических пищевых красителей [15]. Однако в 2008 г. этот список сократился до 13 наименований [16] — Приложение 2.

Изменение номенклатуры разрешенных в России (СССР) синтетических пищевых красителей иллюстрирует табл. 1.2.

Таблица 1.2. Синтетические пищевые красители, использовавшиеся ранее и применяемые в настоящее время в пищевой промышленности России (СССР)

Наименование красителя	Е-код	1950 г.	1959 г.	1971 г.	1994 г.	2002 г.	2008 г.*
Азорубин (кармуизин)	E122				+	+	+
Амарант	E123	+	+				
Желтый солнечнозакатный FCF	E110				+	+	+
Желтый 2G	E107					+	
Желтый хинолиновый	E104				+	+	+
Зеленый S	E142				+	+	+
Зеленый прочный FCF	E143				+	+	+
Индигокармин	E132	+	+	+	+	+	+
Коричневый НТ	E155					+	+
Красный для карамели 1	—					+	
Красный для карамели 2	—					+	
Красный для карамели 3	—					+	
Красный очаровательный АС	E129				+	+	+
Красный 2G	E128					+	
Нафтоловый желтый	—	+					
Орсейль, орсин	E182					+	
Понсо 4R	E124				+	+	+
Синий блестящий FCF	E133				+	+	+
Синий патентованный V	E131				+	+	+
Тартразин	E102		+	+	+	+	+
Черный блестящий PN	E151				+	+	+

*С 01.08.2008 г., для красителя *Красный 2G* — с 03.09.2007 г. (раздел 5.7.8).

Отечественного производства индивидуальных синтетических пищевых красителей на 2008 г. не имелось.

1.3.3. Натуральные пищевые красители в СССР и Российской Федерации

После запрещения в СССР синтетического красителя *Амарант* (1971 г.) были выполнены многочисленные работы по поиску новых источников натуральных пищевых красителей.

К 1979 г. в СССР были разрешены следующие натуральные пищевые красители [13]:

- *аннато-экстракт (биксин)* — для маргарина, сливочного масла, сыров, мучных кондитерских изделий;
- *β-каротин* — для маргарина, сливочного масла, сыров;
- *краситель из шиповника пищевой каротиноидный* — для маргаринов, пищевых жиров, сыров;
- *краситель из ноготков каротиноидный (Calendula officinalis)* — для маргаринов и сливочного масла;
- *донник или тригонелла (Melilotus officinalis) порошкообразный* — для сыра зеленого;
- *карамель «жженный сахар»*, полученная без применения аммиака — для кондитерских и мучных изделий, ликероводочных изделий, безалкогольных напитков;
- *красные красители из растений: бузины черной (Sambucus nigra), винограда темных сортов, вишни, ежевики, черники, рябины черноплодной, свеклы столовой, свекольно-чайный, смородины черной, сорго красного, штокрозы (Althea roseum)* — для кондитерских изделий;
- *куркума* — для кондитерских изделий и маргарина;
- *шафран¹ (Crocus sativus) и экстракт из рыльцев шафрана (кроцин)* — для кондитерских и мучных изделий, хлебобулочных изделий из сдобного теста, ликероводочных изделий.

В качестве сырья для производства натуральных пищевых красителей предлагались свежие и сульфитированные ягоды черной и травянистой бузины, съедобной и кавказской жимолости; свежих, замороженных или сульфитированных выжимок винограда темных сортов, вишни, ежевики, черники, черноплодной рябины, черной смородины; свежие зрелые плоды фитолакки (лакконоса), корнеплоды столовой

¹ В настоящее время шафран рассматривается как пряность, обладающая красящим эффектом, но не как пищевая добавка (раздел 6.11.15)

свеклы, отходы чайной промышленности, шелуха сорго, красная кукуруза, цветки ремерии отогнутой, штокрозы розовой, георгина, пеларгонии и др. Однако к концу 1980-х годов в СССР реально вырабатывался только красный бузиновый краситель (в 1990 г. — около 790 т).

В ОСТ 10–093–96 «Красители натуральные пищевые. Общие технические условия» перечислены жидкие концентрированные бузиновый, вишневый, ежевичный, фитолакковый, черничный, черноплодно-рябиновый, черносмородиновый и свекольный красители, а также порошкообразный свекольный краситель (раздел 6.13.4).

По состоянию на 01.08.2008 г. в России разрешены 19 видов натуральных пищевых красителей (раздел 4.2) — Приложение 2. Практически значимого отечественного производства натуральных пищевых красителей на 2008 г. не имелось.

1.4. Токсическая безопасность пищевых красителей

В целях выработки единых подходов к оценке безопасности пищевых добавок при Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ — *WHO* — *World Health Organization*) и продовольственной и сельскохозяйственной организации при ООН (ФАО — *FAO* — *Food and Agricultural Organization*) в 1956 г. был создан Объединенный комитет экспертов по пищевым добавкам ФАО/ВОЗ (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*, сокращенно *JECFA*). Комитет по пищевым красителям — подразделение *JECFA* — проводит постоянный анализ имеющейся и вновь поступающей информации по токсико-гигиеническим исследованиям красителей. При выдаче рекомендаций о возможности использования красителей в пищевой промышленности Комитет исходит из положения, что все вещества при чрезмерном потреблении токсичны, однако в определенных дозах они не вызывают каких-либо вредных побочных воздействий даже при ежедневном употреблении в течение всей жизни. Понятие «безвредности» предполагает обязательную ссылку на дозу и способ употребления. В зависимости от полноты и надежности информации по токсикологическим исследованиям Комитет формулирует рекомендации, устанавливающие постоянную или временную величину приемлемого суточного поступления (ПСП), либо направляет материалы на дополнительные исследования, или не рекомендует данный краситель к использованию. На основании экспериментальных данных и установленных величин ПСП отдельных красителей с пищей Комитет сообщает список красителей, рекомендованных для применения в пищевой промышленности.

«Приемлемое суточное поступление» (*Acceptable Daily Intake* — *ADI*) — это количество пищевой добавки в расчете на 1 кг массы тела человека (средняя масса 60 кг), которое можно употреблять ежедневно в течение всей жизни без подающего оценку риска для здоровья.

Наряду с приемлемым суточным поступлением применяются также термины:

- «Приемлемое суточное поступление не установлено» (*No ADI allocated*) — для пищевых добавок, по которым не имеется достаточной информации по безопасности, не разработана спецификация идентичности и чистоты или нет информации по применению добавки в пище;
- «Приемлемое суточное поступление не уточнено или не лимитируется» (*ADI not specified, ADI not limited*) — для пищевых добавок очень низкой токсичности, для которых даже максимальный уровень их потребления для достижения технологического эффекта, по мнению Комитета, не может представить опасности для здоровья.

Величины ПСП устанавливаются только для пищевых добавок, на которые Комитетом разработаны спецификации. *Спецификация* — документ, дающий полное описание добавки, показатели идентичности и чистоты, методик анализа.

Величины ПСП пищевых красителей приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Величины приемлемых суточных поступлений для пищевых красителей [17–19]

Е-Код	Наименование красителя	ПСП, мг на кг массы тела, <i>JECFA</i> (год последнего рассмотрения величины ПСП)	Примечания
E100 i	Куркумин	0–3 (2003)	
E100 ii	Турмерик	Не установлено (1986)	В странах ЕС не рассматривается как краситель
E101 i	Рибофлавин	0–0,5 (1998)	Групповое ПСП, включая синтетический рибофлавин и рибофлавин-5'-фосфат
E101 i	Рибофлавин из <i>Bacillus subtilis</i>	0–0,5 (1998)	
E101 ii	Рибофлавин-5'-фосфат	0–0,5 (1998)	
E102	Тартразин	0–7,5 (1964)	
E103	Алканет, алканин ¹	Не установлено (1977)	Спецификация отменена в 1984 г.
E104	Хинолиновый желтый	0–10 (1984)	
E107	Желтый 2G ¹	Не установлено (1979)	Спецификация отменена в 1984 г.
E110	Желтый солнечнозакатный FCF	0–2,5 (1982)	
E120	Кармины Экстракт кошенили	0–5 (1982, 2000) Не установлено (2000)	
E121	Цитрусовый красный 2 ³	Не должен применяться (1969)	
E122	Азорубин	0–4 (1983)	
E123	Амарант ²	0–0,5 (1984)	
E124	Понсо 4R	0–4 (1983)	
E127	Эритрозин ³	0–0,1 (1991)	
E128	Красный 2G ¹	Не должен применяться (2007)	В 2007 г. краситель запрещен в странах ЕС и России, величина ПСП [0,1–1 (1981)] аннулирована (раздел 5.7.8)