

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКТА ПЕРЕРАБОТКИ РЯБИНЫ (SORBUS AUCUPARIA)
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЦЕПТУР ПРОДУКТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**

*I.V. Matseychik, E.S. Stupakova,
S.M. Korpacheva, I.O. Lomovsky*

**USING PROCESSING PRODUCT OF MOUNTAIN ASH (SORBUS AUCUPARIA)
TO OPTIMIZE RECIPES FOR FUNCTIONAL PURPOSE PRODUCTS**

Мацейчик Ирина Владимировна – канд. техн. наук, доц. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск.

E-mail: ira.matseychik@mail.ru

Ступакова Елизавета Сергеевна – магистрант каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск.

E-mail: elizabet_25.08.97@mail.ru

Корпачева Светлана Михайловна – ст. преп. каф. технологии и организации пищевых производств Новосибирского государственного технического университета, г. Новосибирск.

E-mail: evtechova@mail.ru

Ломовский Игорь Олегович – канд. хим. наук, ст. науч. сотр., руководитель лаб. химии твердого тела (#6) Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск.

E-mail: lomovsky@solid.nsc.ru

Matseychik Irina Vladimirovna – Cand. Techn. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.

E-mail: ira.matseychik@mail.ru

Stupakova Elizaveta Sergeevna – Magistrate Student, Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.

E-mail: elizabet_25.08.97@mail.ru

Korpacheva Svetlana Mikhailovna – Senior Lecturer, Chair of Technology and Organization of Food Productions, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk.

E-mail: evtechova@mail.ru

Lomovsky Igor Olegovich – Cand. Chem. Sci., Senior Staff Scientist, Head, Lab. of Solid State Chemistry (#6), Institute of Chemistry of Solid Body and Mechanochemistry SB RAS, Novosibirsk.

E-mail: lomovsky@solid.nsc.ru

В сфере современной пищевой промышленности производители стремятся использовать сырье натурального происхождения или побочные от него продукты. Разные регионы славятся различными видами сырья, так, в Сибири, учитывая местный климат, типичным видом сырья является рябина обыкновенная. В статье представлены результаты использования рябины (Sorbus L.) в виде пюре, с добавлением отрубей из овса, при приготовлении выпечки и других видов сладкого. Плоды рябины обыкновенной являются источником Р-активных веществ, каротина, макро- и микроэлементов. Овсяные отруби позволяют обогатить изделия клетчаткой и улучшить их структурно-механические свойства. Разработаны технологии и рецептуры бисквитов и

десертов функционального назначения. Для нахождения наилучшего варианта рецептуры путем определения количества используемых ингредиентов в блюде используют компьютерную программу MatLab. Установлено, что введение растительной добавки в продукты функциональной направленности помогают восполнить недостаток витамина С, антиоксидантов. Данные добавки богаты ценными веществами и применяются в пище людей, которые придерживаются диеты или просто следят за своим здоровьем и употребляют пищевые добавки в целях предупреждения болезней и улучшения общего состояния здоровья. В ходе проведенной научно-исследовательской работы нами был исследован химический состав функциональной рас-

тительной добавки в виде пюре рябины, разработаны рецептуры десертов и мучных кондитерских изделий функционального назначения с пюре. Проведена органолептическая, микробиологическая и физико-химическая оценка качества готовых образцов и обоснование их функциональной направленности.

Ключевые слова: пюре рябины, флавоноиды, антиоксидантная активность, витамин С, β -каротин, функциональный продукт.

In the sphere of modern food industry producers seek to use raw materials of natural origin or products, collateral from it. Different regions are famous for different types of raw materials, so, in Siberia, considering local climate, a typical type of raw materials is mountain ash. The results of using Sorbus L in the form of puree, with addition of bran from oats, at preparation of pastries and other types of the sweet are presented in the study. The fruits of mountain ash are a source of P-active agents, carotene, macro- and microelements. Oat bran allows to enrich the products with cellulose and to improve their structural and mechanical properties. Technologies and compoundings of biscuits and desserts of functional purpose are developed. For finding the best option of a compounding by definition of amount of the used ingredients in a dish use the computer MatLab program. It is established that introduction of vegetable additive to products of functional orientation, help to fill the lack of vitamin C and antioxidants. These additives are rich in valuable substances and are used in the nutrition of the people who adhere to a diet or simply watch over the health and use food additives for the prevention of diseases and the improvement of general state of health. During carried-out research chemical composition of a functional vegetable additive in the form of rowan puree has been investigated; the compoundings of desserts and flour confectionery of functional purpose with puree have been developed. Organoleptic, microbiological and physical and chemical assessment of the quality of ready samples and justification of their functional orientation has been carried out.

Keywords: rowan puree, flavonoids, antioxidant activity, vitamin C, β -carotene, functional product.

Введение. На сегодняшний день население в повседневной жизни ежедневно испытывает стресс от внешних факторов. Природные катаклизмы, нервное напряжение, недостаток вита-

минов негативно влияют на состояние здоровья и иммунную систему. Современный человек, с одной стороны, потребляет недостаточное количество физиологически необходимых веществ, а с другой – потребляет пищу с избытком жиров и легкоусвояемых углеводов, что является причиной многих заболеваний. Введение в структуру питания пищевых продуктов, содержащих функциональные ингредиенты, – одна из главных задач по созданию новых качественных продуктов питания, улучшающих пищевой статус населения [1].

Для этого необходимы следующие нововведения в пищевой промышленности: применение результатов научных исследований в производстве, выбор экологически чистого сырья, а также обогащение продукции витаминами и увеличение ее пищевой ценности.

Одним из продуктов, обладающим высоким уровнем содержащихся в нем полезных веществ, является рябина обыкновенная (*Sorbus L.*). Растение распространено в основном в Сибирском регионе. Плоды этого дерева нечасто применяются в сфере пищевого производства [2].

Цель исследования. Использование продукта переработки рябины в виде пюре для оптимизации рецептур продуктов функциональной направленности.

Задачи: научное обоснование применения растительной добавки; определение химического состава плодов и пюре рябины; разработка технологии и рецептур продуктов функционального назначения с применением метода математического моделирования; оценка качества готовой продукции; обоснование функционального назначения.

Объекты и методы исследования. Важно отметить, что плоды рябины обогащены полезными веществами, витаминами, минералами, а также включают Р-активные вещества и по их количеству занимают одну из лидирующих позиций среди других плодовых растений. К Р-веществам относятся такие элементы, как флавоноиды, биофлавоноиды, антоцианы, лейкоантоцианы, лецитин и катехины, которые благотворно влияют на сосудистую систему организма.

Также плоды рябины содержат дубильные вещества, что придает им горький вкус. Вкусовые свойства являются основным ограничительным фактором применения ягод в пищевой промышленности.

Результаты исследования и их обсуждение
Технология приготовления рябинового пюре

Этап 1. Для получения пюре подготовленные плоды рябины подвергли бланшированию и измельчению, чтобы нейтрализовать горечь.

Этап 2. Для сохранения пюре применили вакуумирование с последующей глубокой заморозкой в шоке при температуре -25°C . Даль-

нейшее хранение пюре производилось в холодильной камере при температуре -18°C .

В результате получили пюре рябины с хорошими органолептическими показателями, высокой биологической активностью. Результаты изучения качественного состава пюре из плодов рябины представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели пюре рябины

Показатель	НД на методы испытаний	Значение
Влажность, %	ГОСТ 28561-90	34
Сырая клетчатка, г/кг	ГОСТ 31675-2012	0,09
Сырая зола, г/кг	ГОСТ 26226-95	0,73
Сахара, %	ГОСТ 26176-91	11,77
Макро-, микроэлементы:		
кальций, %	ГОСТ 26570-95	0,05
фосфор, %	ГОСТ 26657-97	0,01
калий, г/кг	ГОСТ 30504-97	3,66
цинк, мг/кг	ГОСТ 27996-88	1,4
АОА, мг кверцетина на /г прод.	ГОСТ Р 54037-2010	3,5
Витамин С, мг%/г	ГОСТ 24556-89	160
β -каротин, мг%	ГОСТ 12823-2-2014	10,5

Исходя из данной таблицы, можно сделать вывод, что в пюре рябины высокие показатели β -каротина, витамина С и АОА.

При проведении дегустационного анализа пюре использовали дескрипторно-профильный метод, наглядно демонстрирующий его высокие органолептические показатели (рис. 1).

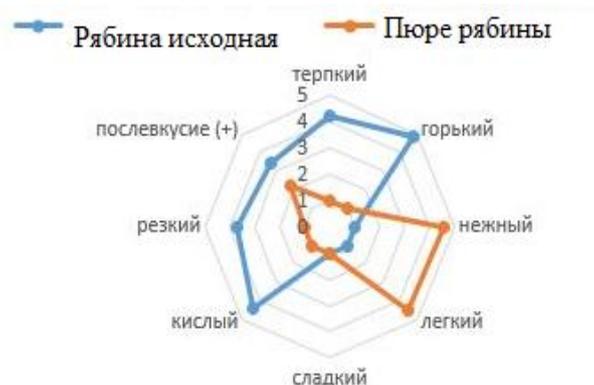


Рис. 1. Вкусовая профилограмма пюре рябины

Анализ показал, что пюре рябины после соответствующей технологической обработки (бланшированием и измельчением с последующей глубокой заморозкой) не обладало яркой горечью, присутствовало менее выраженное послевкусие.

Для изучения уровня антиоксидантной активности (АОА) плодов рябины и пюре была

использована методика измерения водорастворимых антиоксидантов № 31-07 от 4 мая 2007 (№ 20706-05).

Показатели антиоксидантной активности продукта переработки из плодов рябины представлены в таблице 2.

Результаты исследования АОА

Образец	АОА, мкг кверцетина/г продукта
Рябина исходная	4,2
Пюре рябины	3,5

Полученные результаты антиоксидантной активности соответствуют функциональной потребности. Суточное потребление БАВ: антиоксиданты (кверцетин) ~ 30 мг.

Для качественного определения биофлавоноидов была выбрана наиболее характерная реакция – с хлоридом железа (III), а для анализа

комплексов – спектрофотометрический метод [3, 4].

Полученные данные представлены в таблице 3.

Содержание витамина С и β-каротина определяли стандартным методом [5, 6]. Полученные данные представлены в таблице 4.

Таблица 3

Расчет содержания флавоноидов в пюре рябины

Образец	Опт.плотность (D)	Конц. (C)	Масса навески рябины, г	Масса флавоноидов, мг	Содержание флавоноидов, мг/г	Процент
Р-р рябины	0,212±0,003	0,009±0,001	4,1±0,02	9,0±0,03	2,24±0,02	0,224
Р-р рябинового пюре	0,143±0,002	0,005±0,001	15±0,1	2,17±0,01	1,45±0,02	0,145

Таблица 4

Содержание витамина С и β-каротина в пюре рябины

Образец	Витамин С, мг/г	β-каротин, мг/г
Пюре рябины	160	10,5

Разработка продуктов функционального направления с применением пюре из рябины

Полученное ягодное пюре использовали для приготовления выпечки и кондитерского крема.

Рябиновое пюре в ходе приготовления теста добавляли совместно с мукой после взбивания таких составляющих, как сахарный песок и белки яиц, в пропорциях: пюре из плодов рябины – 10 % от общей массы пшеничной муки, овсяные отруби – 25 %, уменьшая ее объем на объем введенных компонентов.

При приготовлении кондитерского крема пюре вводилось в соединенные взбитые сливки с ячно-молочной смесью с сахаром и желатином.

Для того чтобы определить наилучшие пропорции каждого из компонентов в рецептах приготовления выпечки и кондитерского крема, была построена математическая модель, в основе которой лежит решение уравнений и неравенств при помощи программы MatLab. При этом целевой функцией являлось определение содержания в готовых образцах пищевых веществ (витамина С, флавоноидов, β-каротина) в количествах, обеспечивающих функциональность изделий (табл. 5). Массовые доли критериев качества по каждому входящему компоненту взяты из нормативной документации [7].

Таблица 5

Информационная матрица данных по рецептуре «Ягодный крем с добавлением пюре рябины»

Рецептурные ингредиенты	Диапазон варьирования	Содержание витамина С, мг%	Содержание β-каротина, мг%	Содержание флавоноидов, мг%	Индекс, X_i	Энергетическая ценность, ккал
Сливки	25–30	0	0	0	X_1	322
Молоко	10–18	1,3	0,01	0	X_2	54
Сахар-песок	3–6	0	0	0	X_3	399
Вода	6–10,5	0	0	0	X_4	0
Пюре рябины	6,5–14	312	10,5	145,38	X_5	82
Желатин	1–1,5	0	0	0	X_6	0

Через X_1 – X_6 соответственно обозначены искомый удельный вес включения в состав изделия каждого вида сырья. Необходимо найти искомые значения, при которых

$$F(x) = \min \{322 \cdot X_1 + 54 \cdot X_2 + 399 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 82 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6\}$$

при соблюдении следующих условий:

1) наличие витамина С не менее 10,5 мг (15 % от суточного потребления)

$$0 \cdot X_1 + 1,3 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 312 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 \geq 10,5;$$

2) содержание β-каротина не менее 0,9 мг (15 % от суточного потребления)

$$0 \cdot X_1 + 0,01 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 10,5 \cdot X_5 + 0,3 \cdot X_6 \geq 0,9;$$

3) содержание флавоноидов не менее 7,5 мг (15 % от суточного потребления)

$$0 \cdot X_1 + 0 \cdot X_2 + 0 \cdot X_3 + 0 \cdot X_4 + 145,38 \cdot X_5 + 0 \cdot X_6 \geq 7,5.$$

$$\text{Получение единицы продукта: } X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 1.$$

Решение системы уравнений:

$$X_1 = 30,0 \text{ г (сливки); } X_2 = 18,0 \text{ г (молоко); } X_3 = 6,0 \text{ г (сахар-песок); } X_4 = 10,42 \text{ г (вода); } X_5 = 13,09 \text{ г (пюре рябины); } X_6 = 1,4 \text{ г (желатин).}$$

Таблица 6

Информационная матрица данных по рецептуре «Бисквит с отрубями овсяными и пюре рябины»

Рецептурные ингредиенты	Содержание сухих веществ РИ, %	Индекс, X_i	Массовая доля пищевых волокон, %	Энергетическая ценность, ккал	Содержание β-каротина, мг/100 г
Мука пшеничная высшего сорта	85,5	X_1	3,5	334	–
Отруби овсяные	85	X_2	15,4	246	–
Крахмал картофельный	80	X_3	1,4	340	–
Сахар-песок	99,85	X_4	–	399	–
Яйца	27	X_5	–	157	0,06
Пюре рябины	89	X_6	2,27	82	5,34

Через X_1 – X_6 соответственно обозначены искомый удельный вес включения в состав изделия каждого вида сырья. Найти искомые значения $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$, при которых $F(x) = \min \{334 \cdot X_1 + 246 \cdot X_2 + 340 \cdot X_3 + 399 \cdot X_4 + 157 \cdot X_5 + 82 \cdot X_6\}$ при соблюдении следующих условий:

- 1) наличие пищевых волокон не менее 4,5 г:
 $0,035 \cdot X_1 + 0,154 \cdot X_2 + 0,014 \cdot X_3 + 0,0227 \cdot X_6 \geq 4,5$;
- 2) наличие β -каротина не менее 0,00015 г:
 $0,00006 \cdot X_5 + 0,00534 \cdot X_6 \geq 0,00015$.

Получение единицы продукта: $X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 1$.

На основе информационной матрицы данных формируется система линейных балансовых уравнений.

Результат:

$X_1 = 0,1880$; $X_2 = 0,0500$; $X_3 = 0,0570$; $X_4 = 0,2360$; $X_5 = 0,4500$; $X_6 = 0,0206$.

Получившиеся в результате готовые продукты (бисквит и крем с добавлением пюре из плодов рябины) были проанализированы с учетом стандартных характеристик блюд. Итоги органолептической оценки продемонстрированы на рисунках 2 и 3.



Рис. 2. Профилограмма органолептической оценки качества бисквита с пюре рябины

По оценкам, представленным в профилограмме (рис. 2), бисквит имеет хорошо выраженную пористость и приятный вкус.



Рис. 3. Профилограмма органолептической оценки ягодного крема с пюре из плодов рябины

Образцы новых изделий обладают высокими органолептическими показателями. Ягодный крем имеет выраженный цвет с оттенком светло-оранжевого, взбитую консистенцию, приятный, без горечи, вкус.

Результаты и их обсуждение. Физико-химические показатели готового бисквита представлены в таблице 7.

Химическая оценка качества продуктов функциональной направленности представлена в таблице 8.

Таблица 7

Физико-химические показатели бисквита

Пористость %	88,05±0,31
Намокаемость %	419,99±0,12
Удельный объем, см ³ /г	4,86± 0,01

Таблица 8

Химический состав продуктов функциональной направленности

Показатель	Бисквит с рябиновым пюре	Ягодный крем с рябиновым пюре
Массовая доля сухих веществ	75,65±0,68	55,6± 0,27
Массовая доля золы, %	0,845±0,002	0,34± 0,3
Витамин С, мг%	0,528± 0,15	4,28± 0,2
Флавоноиды, мг/г	4,48 ± 0,12	0,189± 0,2
β-каротин, мг%	0,98 ± 0,02	0,388±0,05
АОА, мг кверцетина/г	2,05 ± 0,08	1,750± 0,2

Микробиологические показатели образцов соответствуют техническому регламенту Таможенного союза 021/2011.

Обоснование функционального назначения Подтверждение функциональных свойств продуктов представлено на рисунках 4–7.

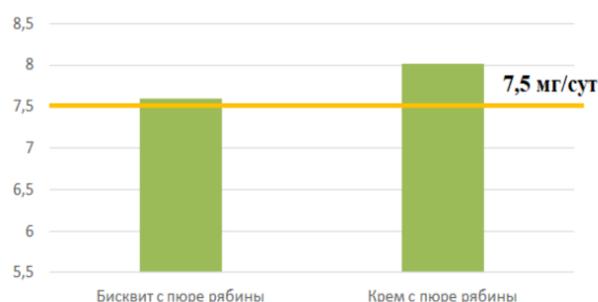


Рис. 4. Содержание флавоноидов, мг %

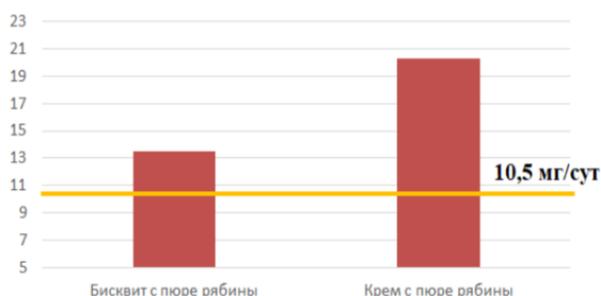


Рис. 5. Содержание витамина С, мг %

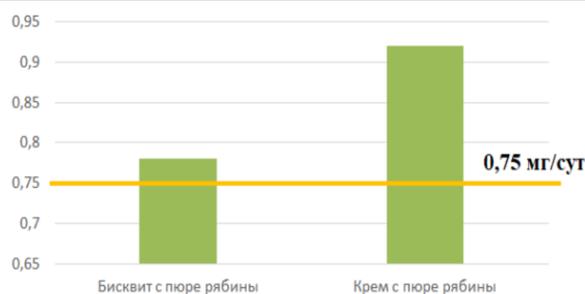


Рис. 6. Содержание β -каротина, мг%

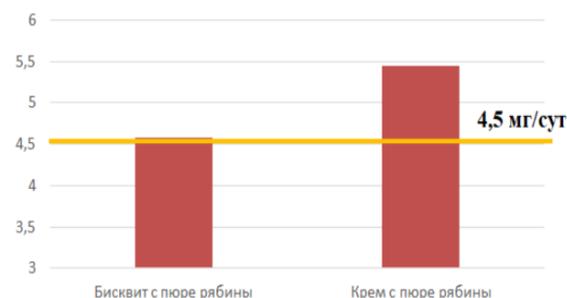


Рис. 7. Содержание антиоксидантов, мг%

На диаграммах желтой линией указаны значения в размере 15 % от суточного потребления, таким образом, наглядно видно, что полученные результаты контрольных образцов подтверждают свою функциональность.

Выводы. В ходе научно-исследовательской работы был проведен ряд исследований у растительного сырья в виде пюре рябины, а именно: физико-химические показатели пюре, дескрипторно-профильный анализ, исследования антиоксидантной активности, расчет содержания: флавоноидов, витамина С и β -каротина. С учетом полезных свойств растительного сырья были разработаны рецептуры продуктов, включающие пюре из плодов рябины, оказывающие благотворное влияние на состояние здоровья и иммунную систему человека. Соотношение ингредиентов было определено на основе решения систем линейных уравнений и неравенств в программе Matlab. Образцы новых изделий отвечают заявленным требованиям, имеют хорошие органолептические показатели. Также они восполняют суточную потребность в таких веществах, как антиоксиданты, витамин С, β -каротин, более чем на 15%, что было выявлено в ходе исследований.

Литература

1. *Тупсина Н.Н.* Новые виды хлебобулочных и кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья. Красноярск: Изд-во Краснояр. гос. аграр. ун-та, 2009. 167 с.
2. *Петрова Л.А., Батурина Н.А.* Перспектива использования плодов рябины обыкновенной в производстве кондитерских изделий // Вестник ОрелГИЭТ. 2014. № 3(29). С. 159–163.
3. *Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В.* Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. Барнаул, 2004. № 3. С. 63–75.
4. *Лобанова А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В.* Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. Барнаул, 2004. № 1. С. 47–52.
5. ГОСТ 24556-89. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. М.: Изд-во стандартов, 2018.
6. ГОСТ Р 54058-2010. Продукты пищевые функциональные. Метод определения каротиноидов. М.: Стандартинформ, 2011.

7. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий. СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. 296 с.
4. Lobanova A.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V. Issledovanie biologicheski aktivnyh flavonoidov v jekstraktah iz rastitel'nogo syr'ja // Himija rastitel'nogo syr'ja. Barnaul, 2004. № 1. S. 47–52.

Literatura

1. Tjpsina N.N. Novye vidy hlebobulochnyh i konditerskih izdelij s ispol'zovaniem netradicionnogo syr'ja. Krasnojarsk: Izd-vo Krasnojarsk. gos. agrar. un-ta, 2009. 167 s.
2. Petrova L.A., Baturina N.A. Perspektiva ispol'zovanija plodov rjabiny obyknovennoj v proizvodstve konditerskih izdelij // Vestnik OrelGIJeT. 2014. № 3(29). S. 159–163.
3. Hasanov V.V., Ryzhova G.L., Mal'ceva E.V. Metody issledovanija antioksidantov // Himija rastitel'nogo syr'ja. Barnaul, 2004. № 3. S. 63–75.
5. GOST 24556-89. Produkty pererabotki plodov i ovoshhej. Metody opredelenija vitamina S. M.: Izd-vo standartov, 2018.
6. GOST R 54058-2010. Produkty pishhevyje funkcional'nye. Metod opredelenija karotinoidov. M.: Standartinform, 2011.
7. Sbornik receptur muchnyh konditerskih i bulochnyh izdelij. SPb.: PROFI-INFORM, 2005. 296 s.

