

УДК 631.811.9:633.491

УВЕЛИЧЕНИЕ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОРОСОДЕРЖАЩЕГО ХЕЛАТНОГО СОЕДИНЕНИЯ

¹Петрова А.А., ²Смирнова Т.И., ²Павлов М.Н., ²Дроздов И.А.

¹ФГБНУ ФНЦ ЛК, Тверь, e-mail: a.petrova@fncl.ru;

²ФГБОУ ВО «Тверская ГСХА», Тверь, Сахарово

В однофакторном полевом опыте в 2016–2017 гг. на дерново-среднеподзолистой почве выявлен характер воздействия внекорневой подкормки боросодержащим комплексонатом на основе этилендиаминдигидратной кислоты (В-ЭДДЯК) на урожайность и химический состав клубней картофеля (*Solanum tuberosum L.*) позднеспелого сорта Ласунак в сравнении с результатами воздействия традиционного борного микроудобрения – борной кислоты. Обнаружено, что бор в составе хелатного комплекса В-ЭДДЯК растениями картофеля поглощается более активно по сравнению с нехелатированной формой микроудобрения ($\Delta\omega = +48,6\%$ по сравнению с $+40,0\%$ относительно контроля). Заметное стимулирующее действие на урожайность клубней картофеля оказывает некоординированный комплексон (ЭДДЯК) в составе раствора очень низкой концентрации, что, по-видимому, связано с тем, что при внекорневой обработке часть препарата, попадая в почву, переводит не только бор, но и другие микроэлементы минеральной составляющей почвы, в легко доступные для растений растворимые комплексные соединения, что и увеличивает урожайность на $14,8\%$. Исследуемый препарат (В-ЭДДЯК) повышает урожайность картофеля: прибавка составила $5,9$ т/га ($21,3\%$), в то время как при обработке раствором H_3BO_3 – только $2,9$ т/га ($10,5\%$). Кроме того, применение В-ЭДДЯК увеличивает питательную ценность клубней: содержание крахмала – на $3,6\%$, аскорбиновой кислоты – на $3,4$ мг/100 г, биофлавоноидов – на 12 мг/100 г сырого вещества. С учётом малого количества расходуемого для обработки боратного комплекса на основе ЭДДЯК, его экологической безопасности данный препарат эффективно использовать в качестве нового борного микроудобрения.

Ключевые слова: картофель, комплексонаты, внекорневая подкормка, качество, продуктивность

THE INCREASE IN NUTRITIVE VALUE OF POTATO WHEN USING THE BORON CHELATE

¹Petrova A.A., ²Smirnova T.I., ²Pavlov M.N., ²Drozhdov I.A.

¹Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, e-mail: a.petrova@fncl.ru;

²Tver State Agricultural Academy, Tver, Sakharovo

In one-factor field experiment in 2016 – 2017 on sod-mid-podzolic soil the impact of foliar feeding with boron complexonate based on ethylenediaminetetra acid (B-EDDS) on yield and chemical composition of potato tubers (*Solanum tuberosum L.*) of late-ripening varieties Lasunak in comparison with the results of the impact of traditional micronutrient boric – boric acid was revealed. It was found that boron in the B-EDDS chelate complex is absorbed by potato plants more actively than the non-chelated form of microfertilizer ($\Delta\omega = +48.6\%$ compared to $+40.0\%$ relative to the control). A noticeable stimulating effect on the yield of potato tubers is provided by uncoordinated complexon (EDDS) in a solution of a very low concentration, which is apparently due to the fact that during foliar treatment, part of the drug, getting into the soil, translates not only boron, but also other trace elements of the mineral component of the soil, into easily accessible soluble complex compounds for plants, which increases the yield by 14.8% . The studied preparation (B-EDDS) increases the yield of potatoes: the increase was 5.9 t/ha (21.3%), while when treated with a solution of H_3BO_3 – only 2.9 t/ha (10.5%). In addition, the use of B-EDDS increases the nutritional value of tubers: starch content – by 3.6% , ascorbic acid – by 3.4 mg/100 g, bioflavonoids – by 12 mg/100 g of raw material. Taking into account the small amount spent for the treatment of borate complex based on EDDS, its environmental safety, this drug is effectively used as a new boron microfertilizer.

Keywords: potatoes, complexonates, foliar feeding, quality, productivity

Картофель *Solanum tuberosum L.* имеет большое значение как пищевая, техническая и кормовая культура. Однако главное значение – продовольственное, в связи с чем в России его называют вторым хлебом [1].

Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе $14...22\%$ крахмала, $1,4...3,0\%$ белков, около 1% клетчатки, $0,2...0,3\%$ жира и $0,8...1,0\%$ зольных веществ [2].

Картофель для организма человека является важным источником витамина С и Р- активных соединений. Клубни со-

держат «устойчивый» крахмал, который способствует нормализации работы кишечника. Картофельный сок рекомендуется при заболеваниях желудка. Все это свидетельствует о его лечебном значении. Клубни картофеля – сырье для промышленного производства ценных продуктов. Из 1 тонны клубней картофеля с крахмалистостью $17,5\%$ можно получить 112 литров спирта, 55 кг жидкой углекислоты или 170 кг крахмала [1].

Картофель и продукты его переработки (свежая и сухая мезга, барда) – хороший

корм для животных. В 100 кг клубней содержится 25–30 кормовых единиц и 2,1 кг переваримого протеина, в ботве 8,5–12 корм. ед. и 1,6 кг переваримого протеина. Поэтому второе значение его – кормовое [1].

Картофель – стратегическая культура XXI в. Его клубни находятся в почве и защищены от радиационного заражения, что позволяет использовать картофель как страховую культуру, способную в экстремальных условиях погоды накопить высокий урожай [1].

В настоящее время мировой урожай картофеля достигает 300 млн т. В Нечерноземье картофель – одно из важнейших культивируемых растений. Однако почвы северо-западных областей нашей страны и Тверской области в том числе, кроме ряда особенностей, характеризуются ещё и низким содержанием большинства необходимых растениям микроэлементов.

Вместе с тем глобальное загрязнение окружающей среды и нарушение экологического баланса биосферы выдвигают перед производителями сельскохозяйственного сырья и продуктов питания на первый план проблему получения экологически чистой продукции как растительного, так и животного происхождения. В последние годы во всём мире около 50% прироста урожайности сельскохозяйственных культур достигается внесением удобрений, причём 20% этого прироста обусловлено использованием микроудобрений, содержащих соединения бора, цинка, меди, марганца, кобальта, молибдена и других, требующихся растениям в меньших количествах, микроэлементов. Низкая обеспеченность сельского хозяйства микроудобрениями – это не только реальное препятствие дальнейшего роста урожайности, но и одна из главных причин ухудшения качества сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, выражающегося не только в снижении их энергетической ценности, но и сокращении содержания микроэлементов, витаминов и других биологически активных веществ.

Укрепление продовольственной безопасности требует увеличения выпуска качественной продукции, для чего в свою очередь необходима надёжная сырьевая база [3]. Важным фактором в решении этого вопроса является улучшение качества минерального питания с применением важнейших микроэлементов, особенно бора. Недостаток бора, необходимого растениям в более значительных по сравнению с другими микроэлементами количествах, вы-

зывает снижение урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшение качества получаемой продукции. Растениям бор необходим в течение всего периода вегетации. При дефиците бора наблюдается отмирание апикальной точки роста стебля растения, сопровождающееся ростом боковых побегов, точки роста которых затем также отмирают [4]. Растения поражаются сухой гнилью, дуплистостью (корнеплоды), нарушением оплодотворения (лён), пожелтением (кормовые бобовые), коричневой гнилью (цветная капуста), бактериозом [5]. Большая часть бора растительных организмов локализована в клеточной стенке преимущественно в составе комплексов с пектином [6]. При дефиците этого микроэлемента свойства клеточной стенки значительно изменяются, что приводит к замедлению растяжения и деления клеток, формирования тканей. Бор не входит в состав каких-либо растительных ферментов, но может оказывать косвенное влияние на скорость большого числа биохимических процессов, ингибируя или активируя ферменты и субстраты, поскольку борат-анионы способны к координации разнообразных соединений, содержащих в составе молекул гидроксильные группы. По-видимому, таким образом, бор участвует в синтезе и транспорте углеводов, метаболизме нуклеиновых кислот, ростовых веществ, фенолов [6], что в течение вегетационного периода формирует количественный и качественный состав вегетативной и продуктивной частей растения. Поэтому актуальным является вопрос оптимизации обеспечения культивируемых растений бором рациональными и экологически безопасными методами.

Из почвы растения получают бор в форме борат-анионов [6], способных к образованию хелатных комплексов не только с гидроксилсодержащими лигандами, но и с синтетическими аминокислотными кислотами [7]. В ряду таких лигандов как эффективное и экологически безопасное хелатирующее соединение выделяется этилендиаминдиантарная кислота (ЭДДЯК) [8–10]. Свойства и биологическая активность борат-этилендиаминдисукцинатного комплекса (В-ЭДДЯК) исследованы в недостаточном объёме, но представляют не только теоретический интерес, но и практическую значимость, поскольку известно, что микроэлементы эффективнее усваиваются растениями в составе комплексов [11]. Хелатный комплекс В-ЭДДЯК экологически безопасен, так как содержит

экологически безопасный лиганд – этилендиаминдиантарную кислоту и низкотоксичный борат в качестве комплексообразователя. Поэтому вполне целесообразным представлялось исследование биологической активности В-ЭДДЯК на одном из наиболее распространённых культивируемых растений. Картофель хорошо отзывается на внесение борных микроудобрений. На чернозёмных почвах применение борной кислоты без макроудобрений увеличивает урожайность клубней на 5,7 т/га [12].

Целью поставленного опыта было сравнение влияния борат-этилендиаминдисукцината (В-ЭДДЯК) и борной кислоты на урожайность и пищевую ценность клубней картофеля.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2016–2017 гг. в однофакторном полевом опыте на опытном поле Тверской ГСХА. Почва – дерново-среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватая на морене, супесчаная по гранулометрическому составу, хорошо окультурена. Мощность пахотного горизонта 20–22 см, содержание гумуса 2,5% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота 101 мг/кг (по Корнфилду), P_2O_5 – 253 и K_2O – 113 мг/кг (по Кирсанову), $pH_{\text{сол}}$ 5,8.

Схема опыта:

- 1) контроль (вода 100 мл/м²);
- 2) раствор борной кислоты (100 мл/1 м²);
- 3) раствор В-ЭДДЯК – боратный комплекс на основе ЭДДЯК (100 мл/м²);
- 4) раствор ЭДДЯК (100 мл/м²).

Концентрация растворённых веществ в растворах 0,002 моль/л. Площадь учетной делянки – 5 м². Общая площадь под опытом – 80 м². Повторность в опыте четырёхкратная.

Объект исследований – позднеспелый сорт картофеля. Известно, что поздние сорта картофеля способны накапливать на много больше питательных веществ и повышать пищевую ценность культуры [1]. Поэтому для изучения был выбран наиболее известный, урожайный, универсальный сорт с высокими вкусовыми качествами – Ласунак (рисунок). Оригинатор: ГНИУ ВНИИСХ использования мелиорированных земель. РУП НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству.

Характеристика сорта: позднеспелый, многостороннего использования. Клубни округло-овальные, кожура светло-желтая, мякоть кремовая, глазки средней глубины. Растение с прямостоячим высоким стеблем,

с белой окраской цветков. Период покоя непродолжительный, лежкость клубней удовлетворительная и хорошая, содержание крахмала в клубнях 15–22%. Устойчив к раку, фитофторозу (по клубням), различным вирусам, среднеустойчив к фитофторозу листьев, парше обыкновенной, ризиктониозу, черной ножке, восприимчив к вирусу «Х». Ценность сорта заключается в высокой урожайности, хороших вкусовых качествах, устойчивости к фитофторозу, вирусам, пригодности для производства различных видов продукции: сухого картофельного пюре, чипсов, замороженных клубней, сухого крахмала, спирта [1].



Клубни картофеля сорта Ласунак

При выращивании картофеля использовали экологически чистую (безопасную) технологию [1]. Предшественник – занятый пар. Внекорневая подкормка растений картофеля вносилась согласно схеме опыта. В течение вегетационного периода до фазы цветения производили однократное опрыскивание растений картофеля сорта Ласунак растворами исследуемых соединений. Контрольные растения одновременно с опытными обрабатывали дистиллированной водой.

Учет урожая проводили по стандартной методике [13]. После уборки клубней в них по традиционным методикам определяли содержание аскорбиновой кислоты, Р-активных веществ [14] и фотоэлектроколориметрическим методом (фотометр КФК-3 2МП) – содержание крахмала [15], поскольку биосинтез этих веществ (углеводов, их производных, в том числе аскорбиновой кислоты, полифенолов) зависит от уровня содержания бора [4, 6] и в значительной мере определяет качество клубней картофеля как пищевого сырья и важнейшего из сочных кормов для сельскохозяйственных животных.

Погодные условия в годы исследований были неодинаковы по температурным условиям: 2016 г. отличался теплой и влажной погодой, 2017 – был прохладным и влажным. Гидротермический коэффициент (по Селянинову) за вегетацию составил в 2016 г. – 1,53, в 2017 г. – 1,96 (при норме 1,46). В оба года исследований картофель получал достаточно влаги, но недополучил тепла в 2017 г. Сумма биологически активных температур (>10 °С) за период посадки – уборка составила в 2017 г. 1889,8 °С при норме 1970 °С, (недобор 80,7 °С или 4,1 %).

Результаты исследования и их обсуждение

В результате исследований выявлено, что внекорневая подкормка растений картофеля различными препаратами по-разному повлияла на урожайность картофеля и содержание бора в клубнях (табл. 1).

Выявлено, что бор в составе хелатного комплекса В-ЭДДЯК растениями картофеля поглощается более активно по сравнению с нехелатированной формой микроудобрения ($\Delta\omega = +48,6\%$ по сравнению с $+40,0\%$ относительно контроля).

Более значительно влияет обработка раствором хелатного комплекса на увеличение урожайности. Прибавка составила 5,9 т/га (21,3%), в то время как при обработке раствором H_3BO_3 – только 2,9 т/га (10,5%).

В опыте выявлено заметное стимулирующее действие на урожайность клубней картофеля некоординированного комплексона (ЭДДЯК) в составе раствора очень низкой концентрации, по-видимому, связанное с тем, что при внекорневой обработке часть препарата, попадая в почву, переводит не только бор, но и другие микроэлементы минеральной составляющей почвы, в легко доступные для растений растворимые комплексные соединения, что и увеличивает урожайность на 14,8%.

Исследование влияния действующего вещества раствора на качество клубней картофеля (табл. 2) позволило установить, что внекорневая обработка препаратами вызвала не только повышение урожайности, но и увеличение содержания в клубнях крахмала, аскорбиновой кислоты и биофлавоноидов (в пересчете на рутин) в двух из трех вариантов опыта.

Таблица 1

Влияние внекорневой подкормки растений картофеля на урожайность и содержание бора в клубнях

№ п/п	Действующее вещество в растворе для обработки	Бор в клубнях, мг/кг сырого вещества			Урожайность, т/га		
		2016 г.	2017 г.	ср. по двум годам	2016 г.	2017 г.	ср. по двум годам
1	Контроль	3,8 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,6	27,3	28,0	27,7
2	H_3BO_3	5,2 ± 0,1	4,9 ± 0,1	5,0	30,2	31,0	30,6
3	В-ЭДДЯК	6,3 ± 0,2	5,2 ± 0,1	5,8	32,6	34,5	33,6
4	ЭДДЯК	5,3 ± 0,2	4,5 ± 0,2	4,9	31,0	32,5	31,8
НСР ₀₅		–	–	–	2,5	2,9	1,3

Таблица 2

Изменение содержания биологически активных веществ в клубнях картофеля в зависимости от действующего вещества раствора, использованного для внекорневой подкормки растений

№ п/п	Действующее вещество в растворе для обработки	Крахмал, %			Аскорбиновая кислота, мг/100 г сырого вещества			Биофлавоноиды в пересчете на рутин, мг/100 г сырого вещества		
		2016 г.	2017 г.	ср. по двум годам	2016 г.	2017 г.	среднее по двум годам	2016 г.	2017 г.	ср. по двум годам
1	Контроль (вода)	19,1	22,0	21,0	11,2 ± 0,2	9,6 ± 0,1	10,4 ± 0,2	43 ± 1	55 ± 2	49 ± 2
2	H_3BO_3	20,2	25,1	22,6	11,9 ± 0,1	12,1 ± 0,2	12,0 ± 0,2	46 ± 1	56 ± 1	51 ± 1
3	В-ЭДДЯК	23,0	26,2	24,6	14,7 ± 0,1	13,0 ± 0,1	13,8 ± 0,1	56 ± 1	66 ± 2	61 ± 2
4	ЭДДЯК	18,9	19,4	19,2	7,3 ± 0,2	11,3 ± 0,2	9,3 ± 0,2	48 ± 1	57 ± 3	52 ± 2

Так, уровень содержания крахмала при обработке раствором H_3BO_3 возрос на 7,6%, а при обработке раствором В-ЭДДЯК – на 17,1%. Наибольшее увеличение содержания аскорбиновой кислоты выявлено также в третьем варианте опыта, что вполне объяснимо влиянием бора на синтез и транспорт сахаров, а крахмал и аскорбиновая кислота в растительных организмах являются производными D-глюкозы [6]. Поскольку биофлавоноиды представляют собой производные фенолов, с метаболизмом которых в растительных тканях связан бор, их наибольшее содержание отмечено в клубнях растений также третьего варианта, где и соединений бора найдено больше всего. По сравнению с клубнями контрольных растений в клубнях третьего варианта содержание Р-активных веществ возросло на 24,5%.

Заключение

Таким образом, боратный комплекс на основе ЭДДЯК (В-ЭДДЯК) повышает урожайность картофеля на 5,9 т/га (21,3%), увеличивает питательную ценность клубней: содержание крахмала – на 3,6%, аскорбиновой кислоты – на 3,4 мг/100 г, биофлавоноидов – на 12 мг/100 г сырого вещества. С учётом малого количества и экологической безопасности расходуемого для обработки препарата по результатам проведённого эксперимента можно сделать вывод о значительной его эффективности в качестве нового борного микроудобрения для повышения урожайности, а также пищевой и кормовой ценности клубней картофеля.

Список литературы / References

1. Усанова З.И., Осербаяев А.К., Зияев К.И., Павлов М.Н. Клубнеплоды. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши. Тверь: Тверская ГСХА, 2018. 150 с.
- Usanova Z.I., Ozerbaev A.K., Zeev K.I., Pavlov M.N. Tubers. Biological characteristics and cultivation technology of potatoes and artichoke. Tver: Tverskaya GSKHA, 2018. 150 p. (in Russian).
2. Посыпанов Г.С. Растениеводство. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. 612 с.
- Posypanov G.S. Plant growing. M.: NITS INFRA-M, 2015. 612 p. (in Russian).
3. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации // Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120. [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.ru/documents/document/show/14856.19.htm> (дата обращения: 16.08.2019).
- The doctrine of food security of the Russian Federation // Decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010. № 120. [Electronic resource]. URL: <http://mcx.ru/documents/document/show/14856.19.htm> (date of access: 16.08.2019) (in Russian).
4. Пашкевич Е.Б., Суворова Е.Е., Верховцева Н.В. Физиолого-биохимические функции бора в растениях // *Агрохимия*. 2011. № 11. С. 85–96.
- Pashkevich E.B., Suvorova E.E., Verkhovtseva N.V. Physiological and biochemical functions of boron in a plant // *Agrochemistry*. 2011. № 11. P. 85–96 (in Russian).

5. Ягодина Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. *Агрохимия* / под ред. Б.А. Ягодиной. М.: Колос. 2002. 584 с.
- Jagodina B.A., Zhukov Y.P., Kobzareno V.I. *Agrochemistry* / ed. B.A. Yagodin. M.: Kolos. 2002. 584 p. (in Russian).
6. Ермаков И.П. Физиология растений. М.: «Академия», 2007. 640 с.
- Ermakov I.P. *Plant Physiology*. M.: «Agrokhimiya», 2007. 640 p. (in Russian).
7. Толкачёва Л.Н. Физико-химическое исследование процессов комплексообразования элементов III-A подгруппы с комплексодами, производными янтарной кислоты: дис. ... канд. хим. наук. Тверь, 2012. 124 с.
- Tolkacheva L.N. Physical and chemical study of the processes of complexation of elements with III-A subgroups with complexons, derivatives of succinic acid: dis. ... kand. khim. nauk. Tver, 2012. 124 p. (in Russian).
8. Смирнова Т.И., Хижняк С.Д., Никольский В.М., Халыпина Я.М., Пахомов П.М. Дегградация комплексонов, производных янтарной кислоты, под действием УФ излучения // *Журнал прикладной химии*. 2017. Т. 90. № 4. С. 406–411.
- Smirnova T.I., Khalyapina Y.M., Khizhnyak S.D., Nikol'skii V.M., Pakhomov P.M. Degradation of complexons derived from succinic acid under UV radiation // *Russian Journal of Applied Chemistry* 2017. T. 90. Vol. 4. P. 406–411. DOI: 10.1134/S1070427217040024.
9. Дятлова Н.М., Тёмкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексоны металлов. М.: Химия, 1988. 544 с.
- Dyatlova N.M., Temkina V.Y., Popov K.I. Complexons and complexonates of metals. M.: Khimiya, 1988. 544 p. (in Russian).
10. Усанова З.И., Смирнова Т.И., Иванютина Н.Н., Павлов М.Н., Булюкина О.А. Увеличение содержания полифруктанов в клубнях топинамбура под влиянием хелатных комплексов микроэлементов // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия*. 2017. № 3. С. 139–147.
- Usanova Z.I., Smirnova T.I., Ivanyutin N.N., Pavlov M.N., Bulkina O. A. Increase of polyfructan amount in the tubers of Jerusalem artichoke under the influence of chelate complexes of trace elements // *Vestnik of Tver state University. Series: Chemistry*. 2017. № 3. P. 139–147 (in Russian).
11. Смирнова Т.И., Ромась П.В., Барановский И.Н., Соколов М.А. Изменение содержания пектиновых веществ в каланхоэ в результате обработки соединениями бора // *Физико-химия полимеров: синтез, свойства и применение*. 2012. № 18. С. 209–211.
- Smirnova T.I., Romas P.V., Baranovsky I.N., Sokolov M.A. Changes in the content of pectin substances in Kalanchoe as a result of treatment with boron compounds // *Fiziko-khimiya polimerov: sintez, svoystva i primeneniye*. 2012. № 18. P. 209–211 (in Russian).
12. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В., Поскребкова А.Г. Влияние бора и цинка на урожайность картофеля сорта Адретта // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 3 (125). С. 40–44.
- Spitsyna S.F., Tomarovskiy A.A., Ostwald G.V., Pogrebkov A.G. Effect of boron and zinc on yield of potato varieties Adretta // *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 3 (125). P. 40–44 (in Russian).
13. Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству: учебное пособие. Тверь: Тверская ГСХА, 2015. 143 с.
- Usanova Z.I. Methods of scientific research on crop production: textbook. Tver: Tverskaya GSKHA, 2015. 143 p. (in Russian).
14. Плешков Б.П. Практикум по биохимии растений. М.: Колос, 1985. 370 с.
- Pleshkov B.P. Workshop on plant biochemistry. M.: Kolos, 1985. 370 p. (in Russian).
15. Коренман И.М. Фотометрический анализ. Методы определения органических соединений. М.: Химия, 1975. 360 с.
- Korenman I.M. Photometric analysis. Methods for determination of organic compounds. M.: Khimiya, 1975. 360 p. (in Russian).