

УДК 635.1:631.811.98:001.5

Влияние пектиновых полисахаридов на формирование урожайности и биоэнергетическую эффективность возделывания моркови столовой

Коковкина Светлана Васильевна, кандидат с.-х. наук, учёный секретарь
ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, г. Сыктывкар, Россия

E- mail: nipti@bk.ru

*Изучено влияние пектиновых полисахаридов на посевные качества семян, рост и развитие растений моркови в условиях Республики Коми. В качестве регуляторов роста в опытах использованы водные растворы следующих пектинов: лемнана, выделенного из ряски малой (*Lemna minor* L.), силенана – из каллусной ткани смолевки обыкновенной (*Silene vulgaris* (M.) G. [Oberna behen (L.) Ikonn]), гераклеумана – из борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowsky* L.). Установлено, что у обработанных препаратами семян увеличилась энергия прорастания на 9,9-15,5% и лабораторная всхожесть на 10,5-12,0%. Зараженность обработанных биопрепаратами семян патогенным грибом *Alternaria radicina* M.Dr. et E снизилась с 11,8 в контроле до 0,3% в варианте с силенаном. Посевной материал под воздействием препаратов был полностью обеззаражен от возбудителя бактериоза *Ergwinia carotovora* (Jones) Holl. Это способствовало ускорению появления всходов моркови на 3-4 дня, увеличению вегетативной массы растений и более раннему наступлению пучковой зрелости. Обработка семян и посевов моркови существенно влияла на увеличение массы корнеплодов. К моменту технической зрелости масса корнеплода под воздействием пектиновых полисахаридов, увеличилась на 11,0-28,9% по сравнению с контролем. В результате общая урожайность повысилась соответственно на 14,5-30,7%. Выявлен наиболее энергетически эффективный вариант обработки с использованием пектинового полисахарида из смолевки обыкновенной, обеспечивающий урожайность моркови столовой 39,6 т/га при меньшей в сравнении с контролем энергоёмкости 1 тонны продукции (на 5,6%).*

Ключевые слова: морковь столовая, пектиновые полисахариды, обработка семян и растений, урожайность, биоэнергетическая эффективность

Одной из овощных культур, возделываемых в Республике Коми, является морковь. Однако урожайность этой культуры невысока. Так, в 2014 г. валовой сбор моркови в Республике Коми составил всего 133 т, урожайность – 18,2 т/га. Для получения стабильных качественных урожаев актуальным является повышение адаптивных возможностей растений к экстремальным условиям, которые могут создаваться климатическими факторами. Известно, что на начальном этапе развития растения моркови в большей степени подвержены стрессовым ситуациям [1]. На тяжелых дерново-подзолистых почвах Республики Коми из-за недостатка влаги в почве и низкой температуры период набухания семян моркови затягивается, и наблюдается неравномерность всходов. Поэтому для повышения адаптации растений нужно воздействовать на их начальную фазу развития. Наиболее перспективным приемом активизации биологических процессов, происходящих в семени, является их обработка растворами биологически активных веществ [2, 3]. Они способны в очень малых концентрациях оказывать стимулирующее влияние на ход физиологических процессов, влиять на фотосинтез. Воздействуя на обмен веществ, регуляторы роста способствуют росту и развитию растений, стимулированию устойчивости ко многим болезням грибного, бактериального и вирусного происхождения [4].

Применение биопрепаратов с высокой фунгицидной активностью, способных ускорять прорастание семян моркови, оказывать влияние на формирование урожая, экологическую и биотическую устойчивость, определяет научную новизну наших исследований и имеет важное производственное значение.

Активными регуляторами роста и развития растений признаны пектиновые полисахариды [5, 6]. Пектины входят в состав растительных клеток в виде частично метилэтерифицированных по карбоксилу биополимеров часто в виде солей натрия, кальция и магния [7]. Вместе с другими компонентами клеточных стенок растений они обеспечивают их прочность и растяжимость, предохраняют растения от высыхания, обеспечивая засухоустойчивость и морозостойкость, выполняют защитную роль во взаимоотношениях растений с фитопатогенами, способствуют ликвидации повреждений и выходу растения из состояния стресса.

В этой связи представляется весьма перспективным выяснение роли пектинов в регуляции роста и развития моркови столовой. Проведенный сотрудниками Института физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук скрининг более 50 экзогенных пектинов разной структуры, выделенных из различных растений Республики Коми, показал, что наибольшее

влияние на увеличение всхожести семян, ускорение их прорастания, рост корней и побегов овощных культур оказывают следующие пектины: лемнан из ряски малой (*Lemna minor* L.) [8] и силенан из каллусной ткани смолевки обыкновенной (*Silene vulgaris* (M.) G. [*Oberna behen* L.] Ikonn)) [9, 10, 11].

Особый интерес для исследования представляет применение пектина гераклеуман из борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowsky* L.) [12], который содержит арабиногалактановые белки (AGP), а также является потенциальным источником пектиновых полисахаридов (содержание до 17%). Изучение структурных особенностей компонентов борщевика и их химических характеристик должны помочь разработать научные основы его переработки, что в свою очередь будет способствовать решению проблемы в ограничении распространения и вредоносности борщевика как агрессивного инвазионного вида.

Цель исследований – изучить влияние пектиновых полисахаридов на посевные качества семян, рост и развитие растений, формирование урожая и биоэнергетическую эффективность возделывания моркови столовой.

Материал и методы. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ НИИСХ Республики Коми в 2013-2015 гг. В технологии возделывания моркови столовой применяли три регулятора роста: лемнан – пектин из ряски малой (*Lemna minor* L.), силенан – пектин из каллусной ткани смолевки обыкновенной (*Silene vulgaris* (M.) G. [*Oberna behen* L.] Ikonn)) и гераклеуман – пектин из борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowsky* L.). Данными препаратами обрабатывали семена и дважды опрыскивали растения в период вегетации.

Посевные качества семян моркови проверяли в лабораторных условиях в Филиале ФГБУ «Россельхозцентр» по Республике Коми [13]. Перед посевом семена замачивали в течение 12 часов в 0,003% водных растворах биопрепаратов и подсушивали их. Полевой опыт проводили на районированном сорте Шантенэ 2461. Площадь учетной делянки 5 м². Повторность четырехкратная. Посев двухстрочный, норма высева семян 800 тыс.шт./га. Некорневые обработки растений биопрепаратами в дозе 10 мл/л воды проводили в фазу 3 – 4 листьев и начала созревания корнеплодов. Расход рабочей жидкости 400 л на гектар.

Почва характеризовалась слабокислой реакцией среды, с повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия. Под

основную обработку почвы вносили нитроаммофоску – 80 г/м², в некорневую подкормку – калимагнезию – 20 г/м². Уход за растениями включал: удаление почвенной корки, прополки, рыхление междурядий, окучивание и прореживание.

Климатические условия в годы проведения исследований в целом были характерны для Республики Коми, в отдельные периоды наблюдался недобор тепла. В 2014-2015 гг. для роста и развития растений моркови самым неблагоприятным месяцем оказался июль (температура на 2,1 и 2,8⁰С ниже средней многолетней). По количеству осадков неблагоприятным был 2013 год, когда в результате длительного засушливого периода (ГТК = 0,6 за май-август) растения моркови не сформировали полноценного урожая корнеплодов.

Биометрические измерения, учет урожая корнеплодов и анализ энергозатрат проводили по общепринятым методикам [14, 15]. Математическую обработку урожайных данных – по системе статистического анализа [16].

Результаты и их обсуждение. Обработка семян моркови биопрепаратами значительно (на 9,9-14,5%) повысила энергию их прорастания по сравнению контролем без обработки. Лабораторная всхожесть семян возросла на 10,5 (силенан), 11,2 (лемнан) и 12,0% (гераклеуман). Проведенная фитоэкспертиза выявила зараженность семян моркови видами патогенной микрофлоры: *Alternaria radicina* M.Dr. et E. и *Fusarium avenaceum* Link.ex Er, а также *Erwinia carotovora* (Jones) Holl. После обработки семян биопрепаратами их зараженность (в основном видом *Alternaria radicina* M.Dr. et E.) снизилась с 11,8 в контроле до 0,3% (силенан). Посевной материал под воздействием препаратов был полностью обеззаражен от возбудителя бактериоза *Erwinia carotovora* (Jones) Holl.

Обработка семян способствовала ускорению появления всходов моркови в опытных вариантах на 3-4 дня в сравнении с контролем. Усиление темпов роста в начале вегетации положительно сказалось на биометрических показателях растений моркови. К моменту получения *пучковой продукции* растения, обработанные биопрепаратами, по сравнению с контрольным посевом, увеличили число листьев с 7,6 до 8,3 шт. в вариантах с лемнан и силенан, высоту растений с 46,4 до 51,5 см – с гераклеуман и надземную массу с 23,0 до 34,0 г – с лемнан. Обработка семян и растений повлияла на увеличение массы корнеплода с 78,5 до 93,8 г (гераклеуман) или на 16,3-19,5%.

Важным сортовым признаком для сорта Шантенэ 2461 является диаметр корнеплода. В фазу *технической зрелости* этот показатель увеличился в опытных вариантах на 0,2-0,3 см (табл. 1). Обработка растений биопрепаратами влияла на увеличение длины корнеплода (с 11,5 до 12,7 см), вегетативной биомассы

(с 40,8 до 53,2 г) за счет увеличения высоты растений (с 50,2 до 54,5 см) и площади листьев (с 271,4 до 340,6 см²). Это стимулировало нарастание массы корнеплодов и формирование урожая. Масса корнеплода достоверно увеличилась на 10,3-27,1 г в зависимости от препарата.

Таблица 1

Биометрические показатели растений моркови в фазу технической зрелости (2013-2015 гг.)

Вариант обработки	Высота растения, см	Диаметр корнеплода, см	Длина корнеплода, см	Масса корнеплода, г	Площадь наибольшего листа, см ²	Надземная масса, г
Контроль (без обработки)	50,2	3,0	11,5	93,7	271,4	40,8
Лемнан	53,9	3,2	12,3	104,0	327,4	49,8
Силенан	54,5	3,3	12,7	120,8	327,0	53,2
Герacleуман	54,1	3,3	12,5	113,0	340,6	49,1
НСР ₀₅	1,1	0,1	0,4	15,4	24,2	6,9

Опытные варианты дали прибавку, в сравнении с контрольным, как по величине ранней, так и по общей урожайности (табл. 2). Ранняя урожайность по вариантам составила 30,0-31,1 т/га, что выше контроля на 13,4-18,7% и была самой высокой в варианте с герacleуман. Общая урожайность повысилась соответственно на 14,5-30,7%.

Более интенсивный рост отмечен в варианте с обработками биопрепаратом силенан. Масса корнеплода в фазу технической зрелости в этом варианте составила 120,8 г, что больше контроля на 28,9%, других вариантов – на 6,9-16,2%. Прибавка общей урожайности составила 9,3 т/га, или 30,7%

Обработка биопрепаратами в опытных вариантах положительно влияла на выход стандартной продукции, который был наи-

большим также в варианте с обработкой препаратом силенан (76,1%).

С учетом выхода аккумулированной энергии биологическим урожаем с одного гектара, а также затрат совокупной энергии определяли биоэнергетическую эффективность технологии выращивания. Максимальный выход валовой энергии биомассы с 1 га получен в варианте с обработками семян и растений препаратом силенан (154,9 ГДж/га, что на 30,5% больше, чем в контроле). Энергетический коэффициент в этом варианте составил 5,2. Накопленная всей биомассой энергия превышала затраты совокупной энергии на 125,3 ГДж/га. Энергоемкость 1 тонны продукции показывает, что затраченная техногенная энергия для ее получения в этом варианте на 5,6% меньше, чем в контрольном.

Таблица 2

Урожайность и биоэнергетическая эффективность выращивания моркови столовой (2013-2015 гг.)

Вариант обработки	Урожайность, т/га		В т.ч. стандартной продукции, %	Затраты совокупной энергии, ГДж/га	Выход валовой энергии биомассы, ГДж/га	Энергетический коэффициент
	ранняя	общая				
Контроль (без обработки)	26,2	30,3	69,2	24,0	118,7	4,95
Лемнан	30,0	34,7	74,1	29,2	135,8	4,65
Силенан	30,3	39,6	76,1	29,6	154,9	5,23
Герacleуман	31,1	38,6	73,8	29,5	151,0	5,12
НСР ₀₅	2,1	4,8	-	-	-	-

Выводы

1. Применение пектиновых полисахаридов при возделывании моркови столовой обеспечивает повышение скорости прорастания,

всхожести семян и увеличение урожайности корнеплодов.

2. Рекомендуются использовать в технологии возделывания моркови столовой

наиболее энергетически эффективный биопрепарат силенан, позволяющий обеспечить за период исследований максимальную урожайность 39,6 т/га.

Список литературы

1. Колмыкова Т.С., Лукаткин А.С. Эффективность регуляторов роста растений при действии абиотических стрессовых факторов // Агрохимия. 2012. №1. С. 83-94.
2. Лудилов В.А., Иванова М.И., Щурякова М.О. Какие семена надо обрабатывать БАВ // Картофель и овощи. 1997. №5. С.15-16.
3. Лудилов В.А., Алексеева К.Л. и др. Способы предпосевной подготовки семян овощных культур (рекомендации). М., 2000. С. 5-10.
4. Прусакова Л.Д., Малеванная Н.Н., Белоухов С.Л., Вакуленко В.В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрохимия. 2005. №11. С.76-86.
5. Оводова Р.Г., Головченко В.В., Попов С.В., Оводов Ю.С. Новейшие сведения о пектиновых полисахаридах // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2010. №3. С. 37-45.
6. Елькина Е.А., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние растительных полисахаридов на скорость прорастания семян *Lycopersicon esculentum* М. и *Cucumis sativus* L. // Химия растительного сырья. 2002. № 2. С. 105-109.
7. Оводов Ю.С., Головченко В.В., Гюнтер Е.А., Попов С.В. Пектиновые вещества растений европейского Севера России. Екатеринбург, 2009. 111 с.
8. Гюнтер Е.А., Попейко О.В., Оводов Ю.С. Пролонгирование полисахаридов каллусными культурами ряски малой // Прикладная биохимическая микробиология, 2008. Т. 44. №1. С. 117-122.
9. Оводова Р.Г., Бушнева О.А., Шашков А.С., Оводов Ю.С. Выделение и предварительное исследование строения полисахаридов из смолески обыкновенной

Silene vulgaris // Биоорганическая химия. 2000. Т. 26. № 9. С. 686-692.

10. Михайлова Е.А., Коковкина С.В., Шубаков А.А. Влияние экзогенных пектинов из ряски малой и смолески обыкновенной на рост и развитие моркови столовой // Естественные и математические науки: вопросы и тенденции развития: Материалы Междун. заочной научн.-практ. конферен. (1 апреля 2013 года Новосибирск). Новосибирск, 2013. С. 97-100.

11. Михайлова Е.А., Триандафилова С.Н., Гюнтер Е.А., Попейко О.В., Шубаков А.А., Оводов Ю.С. Влияние пектиновых полисахаридов ряски малой и смолески обыкновенной на рост и развитие томатов // Биологически активные вещества и материалы: фундаментальные и прикладные вопросы получения и применения: Материалы Междун. междисциплинар. научн. конфер. (27 мая - 1 июня 2013 года): В 2 т. Украина, Крым, Новый Свет. Киев, 2013. С. 221.

12. Коковкина С.В. Использование пектина борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowsky*) при выращивании моркови столовой // Состояние и перспективы развития садоводства в Республике Коми. Интродукция ягодных и кормовых растений: Материалы научн.-практ. семинара (30 июля 2014 года, г. Сыктывкар). Сыктывкар: ООО «Центр оперативной полиграфии», 2014. С. 55-58.

13. ГОСТ Р 52171-2003 Семена овощных, бахчевых культур, кормовых корнеплодов и кормовой капусты. Сортные и посевные качества. Общие технические условия. М.: ИПК Издательство стандартов, 2004.

14. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [Под ред. В.Ф. Белика. М.: ВО «Агропромиздат», 1992. 320 с.

15. Методическое пособие по определению энергетических затрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока Европейской части Российской Федерации». Киров: НИИСХ Северо-Востока, 1997. 62 с.

16. Программа «STAT.EXE». Система статистического анализа. ВИА. М., 1991.

Effect of pectin polysaccharides on formation of productivity and bioenergetic efficiency of cultivation of table carrot

Kokovkina S.V., PhD in agriculture, scientific Secretary

Agricultural Research Institute of Komi Republic, Syktuykar, Russia

Influence of pectin polysaccharides on the seed sowing properties, growth and development of carrot plants is studied in the conditions of Republic of Komi. As a growth bio-stimulants water solutions of some pectins are used in experiments: lemnan - extracted from a small duckweed (*Lemna minor* L.); silenene - from callus tissue of campion (*Silene vulgaris* (M.) G. [Oberonia behen (L.) Ikonn]); heracleuman - from Sosnovsky hogweed (*Heracleum sosnowsky* L.). It is established that at seed treat with preparations energy of germination increased by 9.9-15.5% and laboratory germination by 10.5-12.0%. Infection with pathogenic fungi *Alternaria radicina* M.Dr. et E in seeds treated with bio-stimulants lowered down from 11.8 in control to 0.3% in a variant with silenene. Sowing material under influence of preparations was fully disinfected from the causative agent of bacteriosis *Erwinia carotovora* (Jones) Holl. It assisted the acceleration of carrot shoots' appearance by 3-4 days; the increase in vegetative mass of plants; and an earlier onset of beam maturity. Treatment of seed and sowing of carrot substantially influenced on the increase of mass of root crops. By the time of technical maturity root mass under the influence of pectin polysaccharides increased by 11.0-28.9% compared with the control. As a result, the overall yield increased respectively by 14.5-30.7%. The most energy effective variant of treatment is selected - use of pectin polysaccharides from campion tissue which obtained productivity of table carrot of 39.6 t/ha at less energy cost of a 1 ton of products (by 5.6%) in comparison with control.

Key words: table carrots, pectin polysaccharides, treatment of seeds and plants, productivity, efficiency of bioenergy

References

1. Kolmykova T.S., Lukatkin A.S. *Effektivnost' regulyatorov rosta rasteniy pri deystvii abioticheskikh stressovykh faktorov*. [Effectiveness of plant growth regulators under the action of abiotic stress factors]. *Agrochemistry*. 2012. no. 1. pp. 83-94.
2. Ludilow V.A., Ivanova M.I., Surakova M.O. *Kakie semena nado obrabatyvat' BAV*. [What seeds need to handle BAS]. *Kartofel' i ovoshchi*. 1997. no. 5. pp. 15-16.
3. Ludilow V.A., Alekseeva K.L. et al. *Sposoby predposevnoy podgotovki semyan ovoshchnykh kul'tur (rekomentatsii)*. [Methods of pre-sowing treatment of seeds of vegetable crops (recommendations)]. Moscow, 2000. pp. 5-10.
4. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Beloukhov S.L., Vakulenko V.V. *Regulyatory rosta rasteniy s antistressovymi i immunoprotektnymi svoystvam*. [Plant growth regulators with antistress and immunoprotective properties]. *Agrochemistry*. 2005. no. 11. pp. 76-86.
5. Ovodova R.G., Golovchenko V.V., Popov S.V., Ovodov Yu.S. *Noveyshie svedeniya o pektinovykh polisakharidakh*. [The latest information about pectic polysaccharides]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2010. no. 3. pp. 37-45.
6. El'kina E.A., Shubakov A.A., Ovodov Y.S. *Vliyanie rastitel'nykh polisakharidov na skorost' prorastaniya semyan *Lycopersicon esculentum* M. *Cucumissativus* L.* [Effect of plant polysaccharides on the rate of seed germination in *Lycopersicon esculentum* M. and *Cucumis sativus* L.]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2002. no. 2. pp. 105-109.
7. Ovodov Yu.S., Golovchenko V.V., Guenther E.A., Popov S.V. *Pektinovy veshchestva rasteniy evropeyskogo Severa Rossii*. [Pectic substances of plants of the European North of Russia]. Ekaterinburg, 2009. 111 p.
8. Günter E.A., Popeiko O.V., Ovodov Yu.S. *Produtsirovanie polisakharidov kallusnymi kul'turami ryaski maloy*. [Producing of polysaccharides by callus cultures of small duckweed]. *Prikladnaya biokhimicheskaya mikrobiologiya*, 2008. Vol. 44. no. 1. pp. 117-122.
9. Ovodova R.G., Buchneva O.A., Shashkov A.S., Ovodov Yu.S. *Vydelenie i predvaritel'noe issledovanie stroeniya polisakharidov iz smolevki obyknovennoy *Silene vulgaris**. [Isolation and preliminary study of the structure of the polysaccharides from *Campion vulgaris*]. *Bioorgani-cheskaya khimiya*. 2000. Vol. 26. no. 9. pp. 686-692.
10. Mikhailova E.A., Kokovkin S.V., Shubakov A.A. *Vliyanie ekzo-gennykh pektinov iz ryaski maloy i smolevki obyknovennoy na rost i razvitie morkovi stolovoy*. [Influence of exogenous pectin from the duckweed minor and *Campion vulgaris* on the growth and development of the table carrots]. *Estestvennye i matematicheskie nauki: voprosy i tendentsii razvitiya. Materialy Mezhdunarodnoy zaочноy nauchno-prakticheskoy konferentsii (1 aprelya 2013 goda Novosibirsk)*. [Natural and mathematical Sciences: issues and trends. The materials of International correspondence scientific-practical conference (April 1, 2013, Novosibirsk)]. Novosibirsk, 2013. S. 97-100.
11. Mikhailova E.A., Trendafilova S.N., Günter E.A., Popeiko O.V., Shubakov A.A., Ovodov Yu.S. *Vliyanie pektinovykh polisakharidov ryaski maloy i smolevki obyknovennoy na rost i razvitie tomatov*. [Effect of pectin polysaccharides of duckweed minor and *Campion vulgaris* on the growth and development of tomato]. *Biologicheskii aktivnye veshchestva i materialy: fundamental'nye i prikladnye voprosy polucheniya i primeneniya. Materialy Mezhdunarodnoy mezhdistsiplinarnoy nauchnoy konferentsii (27 maya - 1 iyunya 2013 goda): v 2 t.* [Biologically active substances and materials: fundamental and applied problems of production and application. Proceedings of the International interdisciplinary scientific conference (May 27 - June 1, 2013): in 2 Volumes]. *Ukraina, Krym, Novyy Svet*, 2013. pp. 221.
12. Kokovkina S.V. *Ispol'zovanie pektina borshchevika Sosnovskogo (*Heracleum sosnowsky*) pri vyrashchivanii morkovi stolovoy* [Use of Hogweed *Sosnowsky* (*Heracleum sosnowsky*) pectin at table carrots growing]. *Sostoyaniye i perspektivy razvitiya sadovodstva v Respublike Komi. Introduktsiya yagodnykh i kormovykh rasteniy. Materialy nauchno-prakticheskogo seminara (30 iyulya 2014 goda, g. Syktyvkar)*. [State and prospects of development of horticulture in the Republic of Komi. The introduction of berry and forage plants. Materials of scientific-practical seminar (July 30, 2014, Syktyvkar)]. Syktyvkar: FGBNU NIISKh Respubliki Komi. OOO «Tsentr operativnoy poligrafii», 2014. pp. 55-58.
13. GOST R 52171-2003 *Semena ovoshchnykh, bakhchevykh kul'tur, kormovykh korneplodov i kormovoy kapusty. Sortovye i posevnye kachestva. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Stat Standard R 52171-2003. Seeds of vegetables, melons, roots and forage cale. Varietal and sowing characteristics. General specifications]. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov, 2004.
14. *Metodika opytnogo dela v ovoshchevodstve i bakhchevodstve. Pod red. V.F. Belika*. [The methodology of experimental work in the vegetable and melon. Eds. by V.F. Belik]. Moscow: VO «Agropromizdat», 1992. 320 p.
15. *Metodicheskoe posobie po opredeleniyu energozatrat pri proizvodstve prodovol'stvennykh resursov i kormov dlya usloviy Severo-Vostoka Evropeyskoy chasti Rossiyskoy Federatsii*. [Methodical guide to determine energy consumption at the production of food and fodder resource for the conditions of North-East of European part of Russian Federation]. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 1997. 62 p.
16. *Programma «STAT.EXE». Sistema statisticheskogo analiza*. [The program «STAT.EXE». Statistical Analysis System]. Moscow: VIUA, 1991.