

УДК 633.11:664.7

Н.И. Давыденко**ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПШЕНИЦЫ
С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СЕЛЕНА
В РЕГИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Исследована возможность повышения содержания селена в зерне пшеницы, культивируемой в условиях Кемеровской области. Дан анализ факторов, влияющих на формирование качества зерна и содержание в нем селена. Изучена сохранность селена в процессе хранения. На основании полученных результатов разработана технология выращивания селенсодержащей пшеницы.

Пшеница, дефицит селена, факторы, условия, показатели качества.

Введение

Кемеровская область – один из индустриальных центров России, в котором сочетание угледобычи, металлургии и химической промышленности с особенностями рельефа создает на большей части территории крайне неблагоприятную экологическую обстановку, что усугубляет имеющийся дефицит микронутриентов в рационах населения и вызывает повышенную потребность организма в антиоксидантах, к которым можно отнести селен.

Селен является необходимым компонентом ряда основных процессов метаболизма, включая систему антиоксидантной защиты, синтеза гормонов щитовидной железы и иммунитета, кроме того, обладает выраженным антиканцерогенным действием [1].

Основной путь поступления селена в организм человека – потребление с пищей, причем его количество в продуктах питания напрямую зависит от содержания селена в среде, сопровождающей рост и развитие растений и животных. Значительная часть территории Российской Федерации относится к селендефицитным регионам, что делает исследования в направлении повышения содержания селена в продуктах массового питания особенно актуальными.

На данный момент перспективным способом снижения дефицита селена в организме человека является обогащение им растительного сырья, так как этот способ имеет ряд преимуществ:

- 1) при обогащении растений селен переходит из неорганической формы в органическую – селенометионин;
- 2) растительные продукты составляют весомую часть рациона современного человека;
- 3) обогащенные селеном кормовые растения являются наиболее доступным средством поддержания селенового статуса у сельскохозяйственных животных. Включение селенометионина в рацион животных позволяет существенно увеличить концентрацию селена в получаемых продуктах животноводства;
- 4) при обогащении растений можно регулировать содержание селена в готовой продукции, что позволяет исключить возможность превышения дозы рекомендуемой нормы потребления и снизить риск возникновения отравления селеном;
- 5) внесение селена в растения позволяет добиться значительного экономического эффекта путем

повышения урожайности сельскохозяйственных культур [2].

Исходя из вышесказанного целью данной работы является выявление и анализ факторов, формирующих качество пшеницы с повышенным содержанием селена в региональных особенностях Кемеровской области. Выбор пшеницы в качестве объекта обогащения селеном обусловлен следующими факторами:

- пшеница является ценной злаковой культурой, способной аккумулировать селен и трансформировать его в органическую форму – селенометионин;
- продукты ее переработки, в том числе хлеб, хлебобулочные и крупяные изделия, являются продуктами массового потребления и имеют социальную направленность;
- анализ зарубежного опыта свидетельствует о том, что затраты на обогащение пшеницы путем внесения селена в растение на различных этапах его роста практически не превышают затраты при традиционном методе выращивания [3].

Материалы и методы

Основным объектом исследований являлась пшеница сорта «Память Афродиты», выведенная Кемеровским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства (КемНИИСХ). Выбор сорта обусловлен качественными характеристиками зерна (высоким содержанием клейковины), а также устойчивостью к природно-климатическим условиям Кемеровской области. Возможность пшеницы аккумулировать селен также подтверждена в испытаниях с использованием сорта «Новосибирская-29». Теоретические и практические исследования выполнены в лаборатории кафедры технологии и организации общественного питания ФГБОУ ВПО КемГИПП. Полевые работы (высадка, обработка, сбор, определение биометрической характеристики пшеницы) проводили на экспериментальных площадках КемНИИСХ.

Исследования проводились в период 2009–2011 гг.

В работе использовали стандартные, общепринятые химические, физико-химические, биохимические, микробиологические и органолептические методы исследования свойств сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Содержание общего селена определяли методом инверсионной вольтамперометрии (МУ 08-47/132). Математическая обработка данных прове-

дена с использованием пакета STATISTIKA, методом парных корреляций (по Пирсону) и дисперсионного анализа с помощью программы «Прикладная статистика», ANOVA.

Результаты и их обсуждение

Первым этапом исследования являлось исследование факторов, влияющих на накопление растением селена.

Выявлено 3 ряда факторов.

1. Сырье.
2. Технология (параметры и режимы).
3. Почвенно-климатические условия.

1. Фактор «Сырье» рассмотрен с позиции выбора сорта пшеницы, обогащающей селеносодержащей добавкой и комплексной минеральной добавкой.

Сортовые свойства. Количество накапливаемого селена в зерне напрямую зависит от количества клейковинного белка. Сорт пшеницы «Память Афродиты» выведен Кемеровским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства. Данный сорт был выведен и рекомендован как сорт с высокими показателями качества клейковины, а также с хорошей устойчивостью к болезням и вредителям в условиях Кемеровской области.

Селеносодержащая обогащающая добавка. Предпочтение было отдано селениту натрия, обладающему следующими преимуществами: водорастворим; обладает высокой встраиваемостью в органические компоненты; благоприятно сказывается на различных процессах, происходящих в растении; является одной из наиболее экономичных форм селена.

Комплексная минеральная добавка. Выдвинута гипотеза о том, что при применении комплексных минеральных добавок, увеличивающих содержание клейковины в зерне, будет повышаться способность пшеницы кумулировать селен. Для подтверждения гипотезы использована комплексная минеральная добавка «Мастер особый».

2. Фактор «Технология» представляет собой совокупность параметров обогащения: способ, фаза и кратность внесения селенообогащающей добавки. Параметры обогащения представлены на рис. 1.

3. Почвенно-климатические условия (данный фактор, в рамках которого осуществляется разработка технологии, носит условный характер). К почвенно-климатическим условиям относятся состав почвы и климатические условия Кемеровской области.

Влияние типа почв на накопление селена. Территория Кемеровской области характеризуется преобладанием в структуре почвенного покрова выщелоченных и оподзоленных черноземов с реакцией среды близкой к нейтральной. Теоретически это дает возможность выращивать пшеницу с повышенным содержанием селена. Характеристика почв Кемеровской области показала, что наиболее благоприятными для выращивания пшеницы с повышенным содержанием селена являются 6 районов, в том числе Кемеровский.

Влияние климатических условий на накопление селена. Как уже говорилось ранее, содержание клейковины в зерне определяет количество аккумулированного ей селена, а содержание клейковины в зерне

на 30 % зависит от благоприятных климатических условий. Для получения зерна пшеницы высокого качества необходимо достаточное, но не избыточное количество влаги, относительно высокая температура воздуха и интенсивная инсоляция.

Наиболее благоприятным по климатическим условиям для роста и развития растения за исследуемый период времени оказался 2009 г. Для вегетационного периода 2009 г. характерна хорошая обеспеченность влагой до фазы колошения зерновых культур, температура немного ниже нормы, но достаточная для формирования хороших количественных показателей качества пшеницы. Для вегетационного периода 2010 г. характерна недостаточная обеспеченность влагой до фазы колошения зерновых культур; низкие среднесуточные температуры июля, недостаток солнечного сияния, переизбыток влаги способствовали увеличению продолжительности вегетационного периода зерновых культур. Для вегетационного периода 2011 г. характерна недостаточная обеспеченность влагой в период посев – кушение зерновых культур, что в значительной степени оказало негативное влияние на формирование генеративных органов.

На рис. 2 представлена схема эксперимента в полевых условиях.

Целью экспериментальных исследований в 2009 г. являлось подтверждение гипотезы о возможности обогащения пшеницы на примере сорта «Память Афродиты» в условиях Кемеровской области. Кроме того, представляло интерес установить влияние обогащения пшеницы селеносодержащим препаратом на урожайность.

Для эксперимента были взяты 3 образца пшеницы: контроль и 2 образца, обработанные различным количеством селенита натрия (75 и 125 г/га). После сбора урожая были определены основные показатели качества зерна и общее содержание селена.

Органолептические и физико-химические показатели соответствовали требованиям ГОСТ. Общее содержание селена в зерне представлено в табл. 1.

Таблица 1

Общее содержание селена в зерне пшеницы (2009 г.)

Показатель	Контроль	Образец 1	Образец 2
Количество вносимого селенита натрия, г/га	0	75	125
Урожайность, ц/га	2,72±0,024	2,75±0,024	2,80±0,024
Количество селена в зерне, мг/кг	0,010±0,002	0,015±0,0037	0,027±0,0037

Результаты исследований показали, что гипотеза подтвердилась. Содержание селена в пшенице было увеличено в 2,7 раза без отрицательного влияния на основные показатели качества зерна.

В 2010 г. целью исследований было изучение влияния различных концентраций селенита натрия на накопление селена в пшенице с целью выбора оптимальной, а также определение основных факторов, влияющих на аккумуляцию пшеницей селена. Для этого были взяты 14 образцов пшеницы, отличающихся количеством вносимого Na_2SeO_3 , кратностью полива и применением комплексной минеральной добавки.

В ходе товароведной оценки по органолептическим показателям отклонений обнаружено не было.

Оценка физико-химических показателей, некоторые из которых представлены в табл. 2, позволила сделать следующие выводы.

1. При однократном внесении селенита натрия более 300 г/га наблюдается отрицательное воздействие на растение – качество зерна заметно ухудшается.

2. Однократное внесение селенита натрия в количестве 500 г/га является губительным для растения.

3. При внесении селенита натрия в количествах 125–187 г/га наблюдается положительная динамика в

основных показателях качества: количество и качество клейковины, натурная масса и масса 1000 зерен, урожайность.

4. Количество клейковины у образцов пшеницы, обработанных добавкой «Мастер особый», выше по сравнению с контролем – до 17 %, чем у образцов, не обработанных минеральной комплексной добавкой.

Определение общего содержания селена в зерне показало: наибольшее количество селена накоплено образцами № 10, 12 и 14, при этом у образца № 12 низкая урожайность. Образцы № 10 и 14 близки по итоговому содержанию селена в зерне, но количество селенита натрия, затраченного на обработку образца № 14, значительно превышает количество ОД, затраченной на 10-й образец, что является экономически невыгодным. Таким образом, количество селенита натрия 374 г/га является оптимальным при двукратном внесении совместно с минеральной добавкой «Мастер особый».

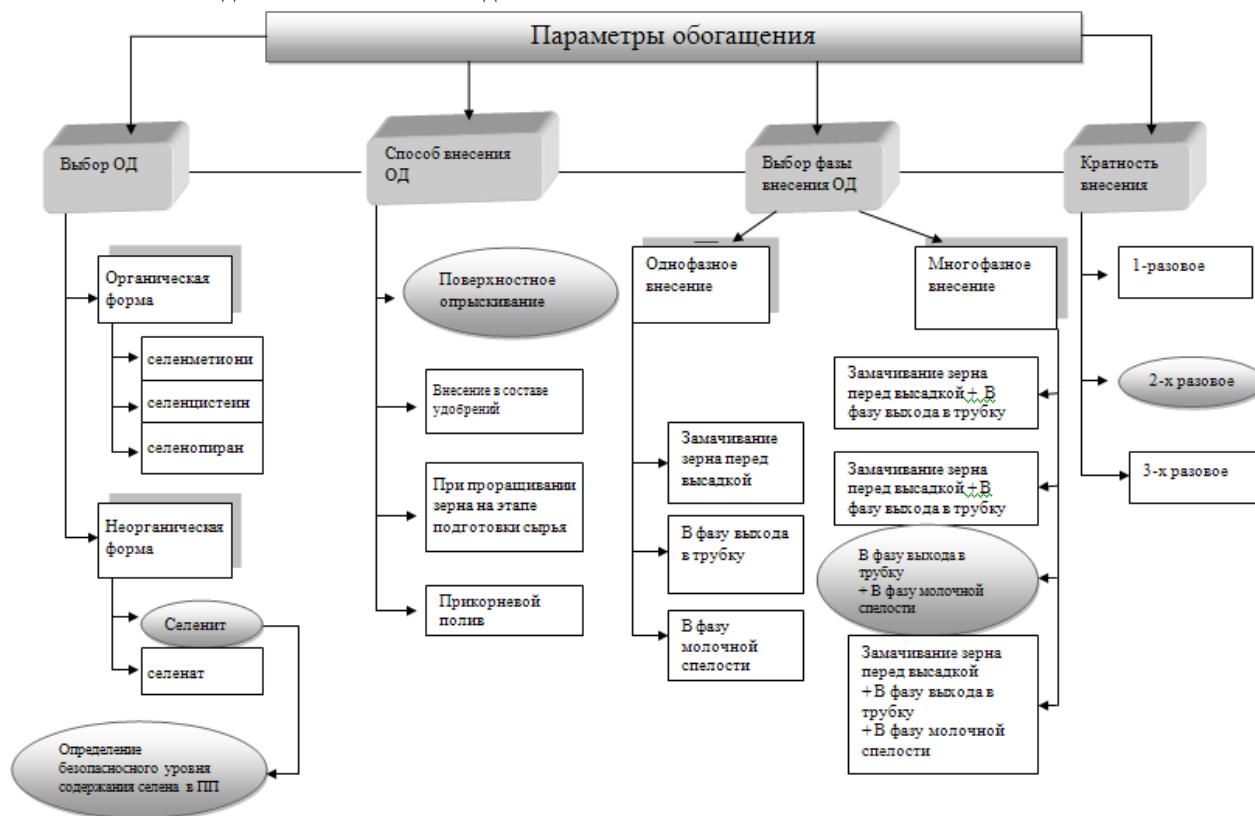


Рис. 1. Параметры обогащения

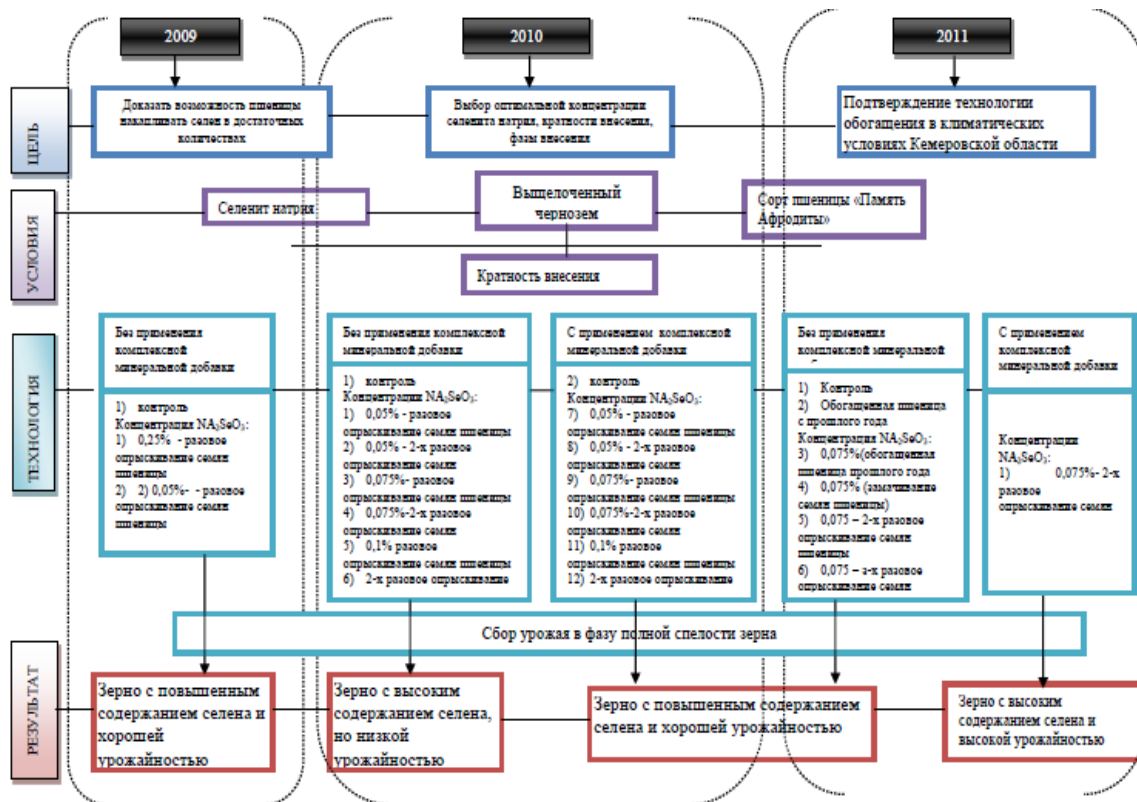


Рис. 2. Схема проведения эксперимента в полевых условиях

Таблица 2

Урожайность и физико-химические показатели качества зерна, n = 5 (2010 г.)

Номер образца	Количество вносимого Na_2SeO_3 , г/га/ кратность полива, раз / количество вносимой минеральной добавки, кг/га	Показатель качества					Количество селена в зерне, мг/кг	Урожайность, ц/га
		Количество клейковины, %	Эластичность	Растяжимость, см	Натурная масса, г/л			
Контроль	0/0/0	26,97±2,496	Удовл.	15	750,3±0,94	0,01±0,015	2,69±0,74	
Образец № 2	0/0/4	27,10±2,484	Удовл.	16	751,5±1,36	0,01±0,015	2,74±0,248	
Образец № 3	224/1/0	27,40±2,484	Удовл.	18	751,6±0,94	0,017±0,021	2,76±0,248	
Образец № 4	224/1/4	27,46±2,484	Удовл.	18	752,3±0,89	0,023±0,009	2,83±0,496	
Образец № 5	112/2/0	27,39±2,484	Удовл.	17	751,5±1,36	0,020±0,004	2,76±0,248	
Образец № 6	112/2/4	28,9±2,484	Хорошая	20	756,2±0,49	0,023±0,009	2,90±0,248	
Образец № 7	374/1/0	25,62±4,968	Удовл.	13	751,4±0,75	0,033±0,009	2,6±0,496	
Образец № 8	374/1/4	26,43±7,452	Хорошая	21	752,3±0,89	0,040±0,007	2,7±0,496	
Образец № 9	187 /2/0	26,5±9,936	Удовл.	17	759,1±0,49	0,030±0,002	3,0±2,484	
Образец № 10	187/2/4	31,55±2,484	Хорошая	23	763,2±0,84	0,049±0,004	3,32±2,484	
Образец № 11	500/1/0	24,40±9,936	Удовл.	12	732,1±0,62	0,047±0,002	1,5±0,248	
Образец № 12	500/1/4	24,80±7,453	Удовл.	12	734,4±0,62	0,050±0,007	1,5±0,248	
Образец № 13	250/2/0	25,67±2,496	Удовл.	17	748,2±1,08	0,042±0,012	2,78±2,484	
Образец № 14	250/2/4	26,85±19,873	Хорошая	21	752,9±0,14	0,051±0,004	2,85±2,484	

В 2011 г. проводились исследования для подтверждения данных, полученных в 2010 г. Кроме того, представляло интерес изучить рост и развитие растения из зерна с повышенным содержанием селена (пшеница урожая 2010 г.), а также влияние на показатели качества зерна и количество накапливае-

мого селена обработки зерен пшеницы перед посевом. По органолептическим показателям все опытные образцы не уступают контролю и соответствуют требованиям ГОСТ. Результаты изучения физико-химических показателей представлены в табл. 3.

Таблица 3

Физико-химические показатели обогащенной пшеницы (2011 г.)

Номера образца	Количество вносимого Na_2SeO_3 , г/га/ кратность полива, раз/ количество вносимой комплексной минеральной добавки, кг/га	Показатель			
		Количество клейковины, %	Эластичность	Растяжимость, см	Натурная масса, г/л
		1 класс ≥ 36 %, 2 класс 28–32 %, 3 класс 23–27 %, 4 класс 18–22 %, 5 класс не ограничен	Хорошая, удовл., неудовл.	До 10 – короткая, 10–20 – средняя, свыше 20 – длинная	Не менее 750 – для 2 класса, не менее 730 – для 3 класса
Образец № 1 (контроль)	0/0/0	26,84 \pm 2,484	Хорошая	17	708 \pm 4,96
Образец № 2	0/0/0 Обогащенная пшеница 2010 г.	24,38 \pm 7,452	Удовл.	16	683 \pm 5,4
Образец № 3	187/1/0	25,54 \pm 4,968	Хорошая	14	696 \pm 4,96
Образец № 4	187/1/4	29,44 \pm 2,484	Хорошая	19	763 \pm 4,96
Образец № 5	187/2/0	23,34 \pm 2,484	Удовл.	13	740 \pm 6,57
Образец № 6	187/2/4	31,36 \pm 4,968	Хорошая	21	769 \pm 6,57
Образец № 7	187/3/0 (замачивание семян перед высадкой + двукратный полив)	25,56 \pm 4,968	Хорошая	15	751 \pm 3,28

Таблица 4

Общее содержание селена в зерне и урожайность (2011 г.)

Номер образца	Количество вносимого Na_2SeO_3 , г/га	Кратность внесения, раз	Количество вносимой комплексной добавки, кг/га	Количество селена в зерне, мг/кг	Урожайность, ц/га
Образец № 1	0	0	0	0,01 \pm 0,015	2,69 \pm 0,74
Образец № 2	0	0	0	0,015 \pm 0,015	2,74 \pm 0,248
Образец № 3	187	1	0	0,020 \pm 0,024	2,76 \pm 0,248
Образец № 4	187	1	0	0,037 \pm 0,024	2,83 \pm 0,496
Образец № 5	187	2	0	0,052 \pm 0,049	2,76 \pm 0,248
Образец № 6	187	2	4	0,087\pm0,024	2,90\pm0,248
Образец № 7	187	3	0	0,085 \pm 0,024	2,6 \pm 0,83

Результаты исследования содержания селена в пшенице в 2011 г. представлены в табл. 4.

Данные таблиц показывают:

1) по количеству и качеству клейковины все образцы показали достаточно хорошие результаты. При этом у образцов, которые были обработаны только поверхностным опрыскиванием, показатели лучше, чем у образцов, в которых применяли замачивание семян перед посевом;

2) по показателю «натурная масса» образцы с 4 по 7 на 6–9 % превосходят контроль.

По итогам 2011 г. сделаны следующие выводы.

1. Использование для посева обогащенной пшеницы предыдущего урожая без дополнительного внесения селенита натрия дает большее содержание селена, чем в контроле, но все же достаточно низкое –

0,015 мг/кг по сравнению с исходными 0,027 мг/кг.

2. Результаты урожая 2011 г. подтвердили предположение о положительном влиянии комплексной минеральной добавки на количество аккумулированного селена пшеницей. Использование комплексной минеральной добавки увеличивает содержание селена в зерне до 17 %.

3. Наибольшее количество селена накоплено образцом № 6 (0,087 мг/кг), полученным при поверхностном опрыскивании растения препаратом селена в количестве 374 г/га.

Изучение показателей качества хлеба из селенобогатого сырья показало, что по всем показателям хлеб соответствует требованиям нормативных документов, а содержание селена в среднем составляет 5,2 мкг/100 г, что соответствует 22 % от суточной по-

требности при потреблении хлеба в количестве 300 г.

Зерно пшеницы является сырьем длительного хранения, следовательно, представляло интерес изучить сохранность селена в зерне с течением времени. Результаты исследований показали, что сохранность селена в зерне по истечении двух и трех лет хранения составляет 98–99,5 %.

Итогом исследований 2009–2011 гг. явилась технология обогащения пшеницы селеном, основными элементами которой являются следующие.

Сырье. В качестве сорта пшеницы, характеристики которой показывают способность ее к аккумуляции селена, выбрана пшеница «Память Афродиты»; обогащающая добавка – селенит натрия; комплекс-

ная минеральная добавка, способствующая повышению содержания селена в пшенице на 11–17 %, – «Мастер особый».

Параметры. Определены способ внесения (поверхностное опрыскивание), фазы внесения (выхода в трубку и молочной спелости зерна) и кратность внесения селеносодержащей обогащающей добавки (двукратное).

Условия реализации разработанной технологии. Анализ климатических условий и характеристика почв Кемеровской области показали, что наиболее благоприятными для выращивания пшеницы с повышенным содержанием селена являются 6 районов, в том числе Кемеровский.

Список литературы

1. Тутельян, В.А. Селен в организме человека. Метаболизм. Антиоксидантные свойства. Роль в канцерогенезе / В.А. Тутельян, В.А. Княжев, С.А. Хотимченко, Н.А. Голубкина, Н.Е. Кушлинский, Я.А. Соколов. – М.: Издательство РАМН, 2002. – 201 с.
2. Голубкина, Н.А. Влияние геохимического фактора на накопление селена зерновыми культурами и сельскохозяйственными животными в условиях России, стран СНГ и Балтии / Н.А. Голубкина // Проблемы региональной экологии. – 1998. – № 4. – С. 94–101.
3. Merja Eurola. Effects of Selenium Fertilization on the Selenium Content of Cereal, Grains, Flour, and Bread Produced in Finland / Merja Eurola, Paivi Ekholm // Cereal Chemistry. – 1990. – № 4. – Vol. 6. – P. 334–337.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт
пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY

N.I. Davydenko

QUALITY FORMATION OF WHEAT WITH HIGH CONTENT OF SELENIUM IN REGIONAL CONDITIONS

The possibility of increasing the selenium content in the grain of wheat cultivated in the conditions of the Kemerovo region are shown. The factors that influence the quality of grain and the content of selenium in it have been analyzed. The preservation of selenium in the process of storage has been studied. The technology of cultivation of wheat with high content of selenium has been developed based on the received results.

Wheat, selenium deficiency, factors, conditions, quality indices.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

