

Определение микроэлементного состава продукции льноводства

© Белопухов Сергей Леонидович, Жевнеров Алексей Валерьевич,
Калабашкина Елена Владимировна и Дмитревская* Инна Ивановна
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.
Ул. Тимирязевская, 49. г. Москва, 127550. Россия.
Тел.: (499) 976-32-16. E-mail: belopuhov@mail.ru

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: лен-долгунец, семена, волокно льна, микроэлементы защитно-стимулирующие комплексы, физиологически активные вещества.

Аннотация

Исследован микроэлементный состав волокна и семена льна-долгунца, при опрыскивании растений в фазу елочки защитно-стимулирующим комплексом и препаратом Биопэг. Установлено уменьшение в волокне и семенах содержания хрома, марганца, железа, кобальта, никеля, цинка, кадмия, олова, ртути и свинца относительно контроля.

Введение

Одним из направлений деятельности великого русского ученого-химика Зинина являлось изучение химического состава природного растительного сырья, включая натуральные масла, минеральных вод и других объектов.

Актуальность работ в этом направлении не потеряла своего значения и в настоящее время. Особенно это важно в связи с решением задач по реализации государственной программы развития сельского хозяйства на 2008-2012 годы и на период до 2020 г в части возрождения льноводства в стране и получения высококачественного льняного масла и волокна.

Известно, что основными критериями оценки качества льноволокна являются такие характеристики как: выход длинного и короткого волокна, содержание костры, гибкость, прочность на разрыв, усадка после термообработки, воздухо- и паропроницаемость и другие. В немалой степени они зависят от химического состава и содержания в волокне целлюлозы, лигнина, пектиновых веществ, гемицеллюлозы, азотосодержащих веществ и золы. В льняном волокне высокого качества выше концентрация целлюлозы и меньше лигнина, пектиновых веществ [4, 5].

В волокне льна содержится более 30 химических элементов, которые придают ему уникальные медико-гигиенические свойства: высокую прочность, способность угнетать жизнедеятельность вредной микрофлоры, антимикробную активность, высокую теплопроводность, которая выше на 20% по сравнению с хлопковым волокном, и большую тепловую сопротивляемость, поэтому в изделиях из льна не бывает жарко или холодно.

Поэтому льняные ткани и нити широко используют в медицине. Следовательно, необходимо также учитывать химические элементы зольной части, так как состав и концентрация макро- и микроэлементов определяют медико-биологические свойства льна, льняных тканей и изделий из них [1, 5].

Последние десятилетия в общественном сознании прочно укрепляется тенденция здорового образа жизни, включающая в себя ряд принципов сбалансированного полноценного питания. Семена льна являются ценным источником разнообразных веществ: белков, жиров, фосфолипидов, лигнина, витаминов, ферментов, углеводов, макро- и микроэлементов. Они богаты протеинами (18-23%), аминокислотный состав аналогичен соевым белкам, которые считаются наиболее питательными белками растительного происхождения. В семенах льна 30-41% жира.

Содержание насыщенных жирных кислот в масле семян (нежелательных жирных кислот в рационе питания человека) составляет всего лишь 6-10%. Преимущественно, в состав льняного масла входят полиненасыщенные жирные кислоты, содержание которых может достигать 60-80%, из них 57-64% приходится на линоленовую кислоту или Омега-3, которая относится к незаменимым жирным кислотам важным в рационе питания человека.

Исследование макро- и микроэлементного состава семян льна необходимо, так как известно, что семена льна богаты кремнием, селеном, железом, которые могут положительно влиять на здоровье и укреплять иммунитет человека [2, 6].

Таким образом, для успешного функционирования льняного комплекса необходимо одновременно внедрение высокоэффективных агротехнологий, предусматривающих повышение урожайности льна и получение высококачественной льнопродукции с учетом широкого использования физиологически активных веществ и защитно-стимулирующих комплексов, способных значительно увеличить урожай льна, как по волокну, так и по семенам и улучшить качество получаемой продукции [3].

Экспериментальная часть

Выращивание льна-долгунца сортов Антей (выведен Псковским НИИСХ) и Тост-5 (выведен СибНИИСХиТ Россельхозакадемии) проводили на территории полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, г. Москва в 2010-2011 гг. В фазу елочки проводили двукратное опрыскивание льна-долгунца: защитно-стимулирующим комплексом (ЗСК) на основе комплексных соединений биогенных металлов, органических кислот (0.5 л/га) и препаратом Биопак на основе полигексаметиленгуанидин хлорида (0.2 л/га), а также водой для контроля.

Почва участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, старопашотная, плотность почвы – 1.53 г/см³, содержание гумуса (по Тюрину) – 2.5%, pH – 5.6 ед. pH-метра, P₂O₅ (по Кирсанову) – 17.0 мг/100г, K₂O (по Масловой) – 9.5 мг/100 г, N легкогидролизуемый (по Тюрину) – 5.0 мг/100г, емкость поглощения – 19.4 мг-экв/100г, сумма обменных оснований – 9.7 мг-экв/100г.

Опыт заложен методом организованных повторений в 4-х кратной повторности, площадь учетной делянки 2.0 кв.м. Предшественники льна-долгунца – кормовая свекла (2010г.), горчица на семена (2011г.). Перед посевом в почву вносили комплексное удобрение «Кемира полевое – 10», из расчёта кг/га д.в., содержание: N – 11.8; P₂O – 12; K₂O – 25; S – 0.7; Ca – 0.55; B – 0.09; Fe – 0.16; Zn – 0.09; Mo – 0.008; Cu – 0.08. В фазу елочки лен опрыскивали гербицидом Базагран-М (1.5-2 л/га).

Волокно и семена анализировали на содержание 19 химических элементов. Пробоподготовка образцов проведена методом «мокрого озоления» в автоклаве (тефлоновая бомба) в СВЧ-комплексе фирмы «СЕМ» (США). Для озоления и анализа использовали азотную кислоту (х.ч.), перекись водорода (х.ч.). Определение металлов проводили методом масс-спектрометрии на масс-спектрометре «ELAN DRC» (США) [5]. Исследования выполнены в 3-х кратной повторности, доверительные интервалы с уровнем значимости 95%, рассчитана наименьшая существенная разность (НСР) с помощью программы *Excel*.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что в волокне, полученном из растений льна, с обработкой физиологически активными веществами и без неё наблюдается одинаковая тенденция содержания химических элементов. Из 19 изученных элементов можно выделить четыре группы по их содержанию: высокое – 7950-1000 мг/кг (Ca, K, Mg, Fe, Na); среднее – 30-3 мг/кг (Ni, Si, Zn, Al, Ba, Mn, Cr, Sn), низкое – 1.5-0.1 мг/кг (Cu, Pb, Co, Li); очень низкое – 0.06-0.01 мг/кг (Hg, Cd).

Отмечено, что в волокне льна-долгунца при обработке растений ЗСК и препаратом Биопак уменьшается концентрация железа на 70-230 мг/кг у сорта Тост-5 и на 70-390 мг/кг у сорта Антей. Снижается содержание в волокне Cr, Mn, Sn, Zn, Ni, Pb на 0.1-6.1 мг/кг, увеличивается содержание Cu 0.2-0.8 мг/кг по двум сортам относительно контроля.

В волокне происходит увеличение Ca, K, Mg, Na, Ba, Li при действии препаратом Биопак и уменьшение содержания этих же элементов при действии ЗСК относительно контроля.

Происходит накопление Al (мг/кг) в волокне льна сорта Тост-5 на 3.3-12.4 мг/кг и уменьшение Al на 1.6-7.7 мг/кг в волокне сорта Антей относительно контроля, что характеризует разную отзывчивость сортов льна-долгунца на действие физиологически активных веществ.

При действии препаратом Биопаг наблюдается снижение Si на 2.0-9.7 мг/кг, а обработка ЗСК способствует увеличению содержания Si на 4,2-8,4 мг/кг в волокне относительно контроля по двум сортам льна. Изменение в накоплении Hg и Cd в волокне льна не существенно относительно контроля (табл. 1).

Таким образом, изучение химического состава льна при обработке льна физиологически активными веществами показало снижение относительно контроля: Fe на 79-492 мг/кг; Al, Cr и Mn на 1.0-5.1 мг/кг; Zn на 3.6-14.0 мг/кг; Sn, Ni, Sn и Cu на 0.1-0.8 мг/кг; Pb на 0.1-0.2 мг/кг.

Данные элементы, относятся к группе тяжелых металлов, при действии ЗСК и препаратом Биопаг не происходит их накопления в льнопродукции (табл. 2).

Табл. 1. Содержание химических элементов в волокне льна-долгунца, мг/кг*

Элемент	Контроль	Биопаг	ЗСК	НСР _{0,5}
Сорт Тост-5				
Ca	6883/6896	7658/7756	5127/5136	312.2
K	6839/7586	8752/8269	4158/4118	384.4
Mg	4595/4469	5189/5469	3012/3056	200.1
Fe	1650/1632	1580/1600	1574/1600	109.2
Na	1628/1856	1916/2150	918/1112	111.3
Ni	25.6/24.6	20.8/24.0	20.1/18.5	1.47
Si	17.27/20.18	14.18/10.52	25.62/26.11	1.18
Zn	17.1/15.3	14.2/15.0	13.5/12.2	1.09
Al	15.2/17.3	20.6/22.4	27.6/27.0	1.23
Ba	13.65/14.62	13.87/15.23	10.11/9.15	1.1
Mn	10.1/9.2	9.0/9.1	9.0/8.5	0.83
Cr	6.9/7.2	3.6/3.8	3.0/2.8	0.05
Sn	7.2/6.5	5.6/4.7	4.0/4.5	0.61
Cu	0.64/0.72	0.70/0.58	1.48/1.32	0.08
Pb	0.62/0.69	0.32/0.31	0.40/0.36	0.05
Co	0.28/0.30	0.28/0.25	0.20/0.24	0.04
Li	0.14/0.18	0.14/0.20	0.09/0.10	0.03
Hg	0.041/0.056	0.040/0.042	0.030/0.042	0.03
Cd	0.021/0.022	0.011/0.018	0.010/0.012	0.01
Сорт Антей				
Ca	6522/6458	6879/6725	6125/6010	246.3
K	7896/6928	7930/8231	6523/6815	289.7
Mg	4236/4330	4566/4468	3289/3149	197.6
Fe	2112/2015	1874/1943	1715/1850	114.2
Na	1958/2201	2348/2985	1236/1178	118.6
Ni	31.2/38.2	31.0/33.6	30.2/35.6	0.49
Si	14.2/12.5	10.12/10.05	18.9/16.7	1.07
Zn	11.6/12.8	12.0/12.5	12.0/12.9	1.11
Al	19.2/18.9	15.3/14.2	17.6/15.0	1.11
Ba	15.6/14.9	16.1/16.7	10.2/11.6	1.11
Mn	11.8/11.0	10.5/10.8	10.6/10.8	0.89
Cr	6.9/7.5	5.5/6.3	5.4/5.5	0.51
Sn	8.20/8.00	7.50/7.12	7.50/6.30	0.66
Cu	0.72/0.85	0.70/0.65	0.94/1.20	0.08
Pb	0.55/0.51	0.33/0.30	0.28/0.34	0.03
Co	0.30/0.31	0.24/0.27	0.30/0.28	0.04
Li	0.12/0.10	0.15/0.18	0.07/0.05	0.02
Hg	0.068/0.070	0.060/0.065	0.054/0.056	0.04
Cd	0.010/0.011	0.012/0.010	0.010/0.011	0.01

*В знаменатели 2010 г., в числители 2011г.

Табл. 2. Содержание химических элементов в семенах льна-долгунца, мг/кг*

Элемент	Контроль	Биопаг	ЗСК	НСР _{0,5}
Сорт Тост-5				
Mg	5745/5812	5810/5983	6148/6100	238.2
Ca	2581/2478	3569/3705	4128/4102	186.9
Fe	2900/3082	2578/2590	2800/2740	126.4
K	1569/1615	1652/1701	1681/1697	110.0
Na	236/310	298/342	369/386	28.7
Zn	24.1/20.5	15.8/12.3	10.2/11.0	1.12
Mn	10.5/12.6	8.5/8.7	9.6/9.8	0.89
Cr	6.5/6.1	3.8/4.2	3.1/2.9	0.48
Si	4.5/4.9	3.1/2.9	5.0/5.5	0.42
Ba	4.5/4.0	5.2/5.6	2.1/3.4	0.40
Sn	3.6/3.4	3.2/3.4	3.0/3.1	0.42
Al	3.5/2.8	2.5/2.1	1.2/1.4	0.36
Ni	3.2/4.5	3.0/4.0	3.1/3.6	0.47
Co	0.51/0.45	0.34/0.29	0.25/0.17	0.04
Cu	0.40/0.39	0.33/0.38	0.32/0.31	0.05
Pb	0.38/0.40	0.30/0.32	0.25/0.20	0.03
Cd	0.21/0.22	0.11/0.10	0.10/0.10	0.01
Li	0.05/0.07	0.02/0.05	0.04/0.02	0.01
Hg	0.034/0.030	0.024/0.028	0.021/0.011	0.01
Сорт Антей				
Mg	4756/4625	4815/4956	4876/5010	223.6
Ca	2300/2358	2456/2400	2654/2548	210.5
Fe	2980/2950	2901/2915	2860/2845	118.6
K	1458/1589	1600/1645	1893/2200	112.3
Na	385/356	410/418	396/389	30.1
Zn	25.6/25.3	22.0/20.2	18.5/17.8	1.14
Mn	11.8/12.9	12.3/10.5	10.5/9.6	0.13
Cr	8.7/7.4	4.5/4.9	3.6/4.1	0.49
Si	3.2/4.1	4.0/4.1	4.9/4.5	0.40
Ba	2.1/2.2	3.2/3.6	1.9/1.7	0.33
Sn	3.5/3.8	3.5/3.4	3.0/3.2	0.37
Al	4.2/4.5	4.0/4.1	3.2/3.8	0.44
Ni	4.8/5.1	4.5/4.7	4.7/4.3	0.5
Co	0.63/0.58	0.41/0.39	0.30/0.25	0.05
Cu	0.44/0.46	0.40/0.35	0.32/0.28	0.04
Pb	0.40/0.43	0.39/0.36	0.30/0.32	0.03
Cd	0.21/0.20	0.12/0.11	0.10/0.12	0.06
Li	0.07/0.08	0.18/0.12	0.05/0.04	0.01
Hg	0.056/0.060	0.037/0.034	0.031/0.035	0.04

*В знаменатели 2010 г., в числители 2011г.

Выводы

1. Установлено, что из 19 изученных элементов можно выделить четыре группы по их содержанию в льноволокне: высокое – 7950-1000 мг/кг (Ca, K, Mg, Fe, Na); среднее – 30-3 мг/кг (Ni, Si, Zn, Al, Ba, Mn, Cr, Sn), низкое – 1.5-0.1 мг/кг (Cu, Pb, Co, Li); очень низкое – 0.06-0.01 мг/кг (Hg, Cd).

2. При обработке растений льна-долгунца защитно-стимулирующим комплексом и Биопаг происходит уменьшение в волокне и семенах Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, Cd, Sn, Hg, Pb относительно контроля.
3. В волокне льна-долгунца происходит увеличение Ca, K, Mg, Na, Ba, Li при действии Биопаг на растение льна-долгунца и уменьшение этих же элементов при действии защитно-стимулирующим комплексом относительно контроля.
4. При действии Биопаг на растение льна-долгунца наблюдается снижение Si на 2.0-9.7 мг/кг, а защитно-стимулирующий комплекс увеличивает содержание Si на 4.2-8.4 мг/кг в волокне относительно контроля по двум сортам льна.

Литература

- [1] Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Кочаров С.А., Сафонов А.Ф. Влияние биостимуляторов на химический состав продукции льноводства. *Известия ТСХА*. **2010**. Вып.1. С.128-131.
- [2] Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И., Жевнеров А.В., Волков А.Ю. Изучение микроэлементного состава льняного масла. *Достижение науки и техники АПК*. **2011**. №3. С.28-30.
- [3] Калабашкина Е.В., Белопухов С.Л. Термохимический анализ льняного волокна. *Бутлеровские сообщения*. **2011**. Т.28. № 20. С.76-79.
- [4] Дороговцев А.П., Маклахов А.В. Развитие льняного комплекса на основе инновационных технологий. *Вестник Череповецкого государственного университета*. **2010**. №3. С.79-82.
- [5] Живетин В.В., Л.Н. Гинзбург, Ольшанская О.М. Лен и его комплексное использование. *М.: Информ – знание*. **2002**. 400с.
- [6] S.L. Belopuhov, L.B. Dmitriev, V.L. Dmitrieva, I.I. Dmitrevskaj. Influence of biostimulators on structure of fat acids of linen oil. *Izvestiya of TAA*. **2010**. Vol.7. P.171-175.