

Заключение

В результате комплексной оценки сортов люпина узколистного и люпина белого по параметрам экологической пластичности выделены перспективные сорта с высокой урожайностью, хорошими технологическими качествами зерна и рекомендованы для внедрения в производство.

Наиболее продуктивным, экологически устойчивым, с прибавкой урожайности зерна 1,9 ц/га по отношению к контрольному сорту является сорт люпина белого АИФ 5049. Из сортов люпина узколистного нами выделены Сидерат 46 и Витязь с продуктивностью свыше 11,0 ц/га. Также, у данных сортов отмечена значительная прибавка по отношению к стандартам по сбору сырого протеина и жира с одного гектара.

Использование современных сортов, адаптированных к конкретным условиям, позволяет получить дешевый белок за счет азотфиксации без затрат дорогостоящих и энергоемких азотных удобрений.

Литература

1. Артюхов А.И. Адаптация люпина в агроландшафты Поволжья – это перспективная инновационная составляющая в их конструировании // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2014. № 1-2. – С. 53-55.
2. Гагаулина Г.Г. За белым люпином будущее // Белый люпин культура XXI века. – 2014. № 1. – 2 с.
3. Агеева П.А., Почутина Н.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1. – С. 99-103.
4. Вислобокова Л.Н., Скорочкин Ю.П. и др. Система земледелия нового поколения Тамбовской области // Тамбов: Изд-во «Першина Р.В.», 2016. – 98 с.
5. Иванова О.М. Оценка влияния азотных удобрений на продуктивность сортов озимой пшеницы на типичном черноземе // Агротехнический вестник – 2012. – № 5 – С. 44-47

WHITE LUPINE AND BLUE LUPINE IN CONDITIONS OF TAMBOV REGION

E.A. Dubinkina, N.N. Belyaev

TIISH – BRANCH OF FEDERAL STATE BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION «FEDERAL SCIENTIFIC CENTER IM. I.V. MICHURIN»

Abstract: Explored different varieties of white lupine and blue lupine to form in conditions of Tambov region stable yields of grain with high content of crude protein and fat in grain.. promising varieties with high yield, good technological qualities of grain and recommended for introduction into production.

Keywords: white lupine, blue lupine, yield, ecology.

УДК 638.162+ 633.853.483

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВЫ, РАСТЕНИЙ И СЕМЯН ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ

В.П. НАУМКИН, доктор сельскохозяйственных наук
Н.И. ВЕЛКОВА, кандидат сельскохозяйственных наук

ФГБОУ ВО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»

Тяжелые металлы, характеризующиеся высокой токсичностью, аккумулируясь в почве и растениях и распространяясь по трофическим цепям, представляют значительную угрозу не только человеку, но и медоносным пчелам. Расположение посевов у автомагистралей влияет на содержание тяжелых металлов в почве и частях растений горчицы белой, её морфологическую характеристику, продуктивность растений, а так же состав меда. Наличие пчелиных семей в разных экосистемах играет положительную роль, но организация и содержание промышленных пасек ориентированных на получение продукции (мед, пыльца,

прополис, воск и пр.) предполагает выбор экологически чистого места для расположения пчелиных семей с обязательным контролем качества продукции.

Ключевые слова: растения, горчица белая, почва, мед, тяжелые металлы, медь, цинк, свинец, кадмий.

Медоносные растения, составляющие часть растительных ресурсов страны, – ценная база для широкого развития пчеловодства. Несмотря на то, что растений, дающих нектар, очень много, обильными медоносами являются лишь немногие, среди них горчица белая, гречиха посевная, рапс и др.[1, 2, 3].

В последние годы агроценозы подвергаются все более возрастающему техногенному загрязнению. Тяжелые металлы относятся к приоритетным загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах. Термин тяжелые металлы, характеризующий широкую группу загрязняющих веществ, получил в последнее время значительное распространение. Загрязнение тяжёлыми металлами атмосферы, почвы, растений, воды является серьёзной проблемой, что в свою очередь сказывается как на живых организмах и продуктивности сельскохозяйственных культур, так и на качестве продуктов питания. Содержание тяжелых металлов определяется экологической зоной выращивания, генетическими особенностями сорта и условиями года [4-8].

Условия Орловской области типичны для средней полосы России, важную роль в подсобных хозяйствах населения играет пчеловодство. Согласно последней переписи в области на пасеках пчеловодов-любителей содержится свыше 50 тыс. пчелосемей. Данные, к сожалению, пчеловодами сильно были занижены при переписи. Часто пасеки содержатся во многих населенных пунктах, но если крупные пасеки вывозятся на кочевки, то мелкие в 3-8 семей, а то и 10-15 пчелосемей стоят у домов в палисадниках или на огородах рядом с трассой. Одним из факторов, влияющих на загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами, является автотранспорт, которого с каждым годом становится все больше и больше.

Тяжелые металлы, характеризующиеся высокой токсичностью, аккумулируются в почве и растениях и распространяясь по трофическим цепям, представляют значительную угрозу не только человеку, но и медоносным пчелам.

Система ведения хозяйства в ряде сельхозпредприятий «придорожная». В первую очередь все поля обрабатываются и засеваются у дороги, так как это позволяет в любое время быстро перебросить технику, а частые проверки, разные мероприятия, комиссии обследуют хозяйства, проезжая по магистралям.

Передвигаясь по дорогам, видишь стоящие возле домов населенных пунктов и вдоль посадок у дороги пасеки. Напрашивается вопрос, какие медоносные растения вырастут рядом с дорогой и что за мед соберут с них пчелы?

Материал и методы

Работу выполняли в ВНИИ зернобобовых и крупяных культур в 2014-2016 гг. Посев проводили широкорядным способом с нормой высева 10 кг/га.. Морфологические анализы выполнялись согласно методическим указаниям по изучению коллекционных образцов ВИР (1985) на 25-ти растениях отобранных рендомизированно от первой и третьей повторности по 8 признакам. В опыте изучали накопление тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий) в почве, меде и в частях медоносных растений (корень, стебель, семена) на примере горчицы белой сорта Рапсодия в зависимости от удаленности автомагистрали от посевов. Поля ВНИИЗБК прилегали к трассе регионального значения Орел-Знаменское. Варианты удаления от трассы: 1,0-1,3 км, 25-30 метров. Анализы выполнялись в ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский». Математическую обработку опытных данных проводили на ЭВМ в вычислительном центре ВНИИЗБК (Доспехов, 1985).

По способности накапливаться в растительных тканях и токсичности наибольшее значение имеют Cu, Zn, Pb, Cd. Проведенная нами оценка содержания тяжелых металлов в почве (мг/кг) показала, что на расстоянии от автомагистрали в 1,0-1,3 км в разные годы исследования содержание Cu, Zn, Pb, Cd было в основном в пределах нормы. При

расстоянии в 25-30 метров от автомагистрали, содержание в почве увеличилось Cu на 161,9%, Cd на 158,7%, Zn на 119,3%, Pb на 109,3%. В пробах почвы отобранных на обочине дороги (2-5 метров) их содержание возросло на 185,7%, 472,2%, 238,2%, 128,9 % соответственно, что наглядно свидетельствует о неравномерном распределении тяжелых металлов в почве на разной удаленности от автомагистрали и увеличении их содержания при приближении к ней.

Медь является биологически важным микроэлементом, но при высоких концентрациях может быть опасным токсикантом для живых организмов. Для растений она является одним из важных биологических элементов и его содержание зависит от сорта, уровня обеспеченности питательными веществами и экологической обстановки.

Результаты изучения содержания тяжелых металлов в корнях растений горчицы белой (табл. 1) показали, что в корнях значение Cu варьировало от 2,830 мг/кг (2015) до 3,353 мг/кг (2014) в среднем составив 3,093 мг/кг при расстоянии посевов от автомагистрали 1,0-1,3 км. При расположении к ней в 25-30 м содержание увеличилось, и составило от 7/385 мг/кг (2014) до 18,598 мг/кг (2015), в среднем 13,112 мг/кг, т.е. увеличилось практически в 4 раза. Содержание тяжелых металлов в стеблях растений (табл. 2) изменялась от 1,804 мг/кг (2015) до 2,606 мг/кг (2016) составив в среднем 2,262 мг/кг при удаленности от автомагистрали 1,0-1,3 км. При приближении к ней до 25-30 м значения увеличились до 4,955 мг/кг (2016) и 16,591 мг/кг (2015) в среднем составив за годы изучения 8,852 мг/кг. В семенах горчицы белой (табл. 3) отмечено самое низкое содержание Cu по сравнению с другими частями растений от 0,279 мг/кг (2014) до 1,080 мг/кг (2016) в среднем 0,600 мг/кг при удаленности 1,0-1,3 км. А при приближении к автомагистрали на расстояние 25-30 м составило 4,440 мг/кг (2014) до 10,351 мг/кг (2015) в среднем 6,939 мг/кг. При ПДК 5,0 мг/кг. Таким образом, наибольшая концентрация Cu отмечена в стеблях растений горчицы белой, а наименьшая в семенах. Содержание Cu в посевах у дороги превышает ПДК.

Цинк является биомикроэлементом, он обнаружен в составе более 200 ферментов, которые участвуют в метаболизме белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот. Потребление цинка контролируется метаболизмом растений, но может иметь место и неметаболический процесс. Цинк не считается сильно фитотоксичным элементом, предел его токсичности зависит от генотипа растения.

Проведенный анализ на содержание Zn в различных частях растений горчицы белой показало, что в корнях значение Zn варьировало от 31,860 мг/кг (2015) до 41,090 мг/кг (2016), в среднем составив 35,590 мг/кг при удалении от автомагистрали 1,0-1,3 км. При приближении к ней 25-30 м содержание Zn увеличивалось от 44,310 мг/кг (2015) до 80,670 (2016) в среднем 68,047 мг/кг, т.е. почти в два раза (табл. 1).

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в корнях растений горчицы белой, мг/кг

№/№	Год	Cu	Zn	Pb	Cd
1	2014	3,353	33,820	0,808	0,186
2	2015	2,830	31,860	0,699	0,234
3	2016	3,095	41,090	0,491	0,275
4	среднее	3,093	35,590	0,666	0,232
Расстояние от автомагистрали 25-30 м					
5	2014	7,385	79,160	1,595	0,667
6	2015	18,598	44,310	0,890	0,520
7	2016	13,353	80,670	2,111	0,696
8	среднее	13,112	68,047	1,532	0,628

В стебле содержание Zn изменялось от 32,440 мг/кг (2015) до 34,580 мг/кг в среднем 33,860 мг/кг при удалении посевов на 1,0 – 1,3 км, при приближении повышалось от 39,200 мг/кг (2015) до 62,330 мг/кг (2014) в среднем составив 48.730 мг/кг (табл. 2).

Анализ содержания Zn в семенах горчицы белой показали, что на расстоянии 1,0-1,3 км содержание его изменялось от 18,133 мг/кг (2016) до 27,319 мг/кг (2015) составив в среднем

21,793 мг/кг при приближении к магистрали значения повышались от 37,850 мг/кг (2015) до 51,690 мг/кг (2016) в среднем составили 42,960 мг/кг превысив ПДК (табл. 3).

Наибольшая концентрация Zn достигала в стеблях растений произрастающих в непосредственной близости к автомагистрали.

Свинец в природных условиях присутствует практически во всех растениях. Токсичность свинца для растений во многом определяется формой его нахождения в средах (почве, воздухе, воде). Наибольшее количество работ посвящено изучению системы почва-растение. Поскольку концентрация свинца в растительности заметно возросла в последние годы, в том числе и из-за резкого увеличения количества автотранспорта, необходимо иметь представление об его содержании в продукции растениеводства.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в стеблях растений горчицы белой, мг/кг

№	Год	Cu	Zn	Pb	Cd
1	2014	2,376	34,580	0,399	0,269
2	2015	1,804	32,440	0,402	0,137
3	2016	2,606	34,560	0,605	0,127
4	среднее	2,262	33,860	0,470	0,178
Расстояние от автомагистрали 25-30 м					
5	2014	5,011	62,330	1,239	0,415
6	2015	16,591	39,200	0,690	0,498
7	2016	4,955	44,650	1,068	0,137
8	среднее	8,852	48,730	0,999	0,350

При анализе горчицы белой на содержание Pb было установлено, что в корнях Pb варьирует от 0,491 мг/кг (2016) до 0,880 мг/кг (2014) и в среднем составляет 0,666 мг/кг на удалении посевов в 1,0-1,3 км. При приближении к автомагистрали до 25-30 км показатели увеличивались от 0,890 мг/кг (2015) до 2,111 мг/кг (2016) в среднем достигнув 1,532 мг/кг, т.е. возросло почти в 3 раза (табл. 1).

Анализ содержания Pb в стеблях горчицы белой показал, что оно колебалось от 0,399 мг/кг (2014) до 0,605 мг/кг (2016) и в среднем составило 0,470 мг/кг при удаленности посевов 1,0-1,3 км и увеличившись при приближении от 0,690 мг/кг (2015) до 1,239 мг/кг (2014) в среднем 0,999 мг/кг, т.е. увеличивалось в 2,5 раза (табл. 2).

В семенах горчицы белой отмечено содержание Pb от 0,211 мг/кг (2014) до 0,448 мг/кг (2015) в среднем 0,357 мг/кг при удаленности посевов 1,0-1,3 км, при приближении посевов к автомагистрали результаты увеличились более чем в 3 раза, от 0,596 мг/кг (2015) до 1,144 мг/кг (2014) в среднем составив 0,940 мг/кг превысив ПДК (табл. 3).

Таблица 3

Содержание тяжелых металлов в семенах растений горчицы белой, мг/кг

№	год	Cu	Zn	Pb	Cd
1	2014	0,279	19,927	0,211	0,072
2	2015	0,440	27,319	0,448	0,083
3	2016	1,080	18,133	0,412	0,168
4	среднее	0,600	21,793	0,357	0,108
Расстояние от автомагистрали 25-30 м					
5	2014	4,440	39,340	1,144	0,172
6	2015	10,351	37,850	0,596	0,392
7	2016	6,026	51,690	1,080	0,327
8	среднее	6,939	42,960	0,940	0,297
ПДК		5,0	25 мг/кг	0,2	0,1

Кадмий. В природные воды поступает при выщелачивании почв, полиметаллических и медных руд, в результате разложения водных организмов, способных его накапливать. Соединения кадмия выносятся в поверхностные воды со сточными водами свинцово-цинковых заводов, рудообогатительных фабрик, ряда химических предприятий

(производство серной кислоты), гальванического производства, а также с шахтными водами. При сгорании смазочных масел автотранспорта так же выделяется кадмий. Много этого элемента образуется в результате стирания автомобильных шин об асфальтобетон.

В корнях растений горчицы белой в центре поля содержание Cd изменялось от 0,186 мг/кг (2014) до 0,275 мг/кг (2016) в среднем достигнув 0,232 мг/кг. При приближении к автомагистрали значение возрастало от 0,520 мг/кг (2015) до 0,696 мг/кг (2016) в среднем 0,628 мг/кг (табл.1).

В стебле горчицы белой содержание Cd при удалении от автомагистрали в 1,0-1,3 км составило от 0,127 мг/кг (2016) до 0,269 мг/кг (2014) в среднем 0,178 мг/кг. При приближении к автомагистрали до 25-30 м показатели возросли от 0,137 мг/кг (2016) до 0,498 мг/кг (2015) в среднем 0,350 мг/кг (табл. 2).

В семенах содержание Cd изменялось от 0,072 мг/кг (2014) до 0,168 мг/кг (2016) в среднем 0,108 мг/кг при удаленности посевов (1,0-1,3 км) и увеличившись к автомагистрали от 0,172 мг/кг (2014) до 0,392 мг/кг (2015) в среднем 0,297 мг/кг, превысив ПДК в 3 раза (табл. 3).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что содержание тяжелых металлов в частях растений горчицы белой зависит от удаленности участка от автомагистрали. Результаты морфологического анализа растений горчицы белой, выращенных на участках при различном удалении от автомагистрали (табл.4) наглядно свидетельствуют о её влиянии на растения.

Морфологические анализы показали, что растения удаленные от автомагистрали по таким признакам как высота растения, масса абсолютно сухого растения, число ветвей и стручков на растении, масса стручков, масса семян с растения и пр. были более мощными, высокорослыми, имели наибольшее число ветвей и стручков, массу семян с растения и другие признаки.

Таблица 4

Морфологическая характеристика растений горчицы белой, среднее за 2014-2016 гг.

признаки	Расстояние от автомагистрали 1,0-1,3 км		Расстояние от автомагистрали 25-30 м	
	М	lim	М	lim
1.Высота растения, см	118,5	104-136	67,1	52-89
2.2. Масса сухого растения, г	24,2	11,1-44,1	1,36	0,6-5,2
3.3. Число ветвей на растении, шт	4,6	2-8	1,5	0-3
4.4. Число стручков, шт	206,7	80-426	17,3	6-42
5.5. Масса стручков, г	15,8	5,9-27,2	0,66	0,2-3,0
6.6. Масса семян с растения, г.	3,8	0,9-7,7	0,2	0,1-0,3
7.7. Масса семян в стручке, г	0,02	0,01-0,03	0,001	0,001-0,002

Проведенные нами ранее анализы образцов меда, собранных в разных местах области показали, что чем дальше от автомобильных дорог и промышленных предприятий расположены пасеки, тем качественней и чище, полученный с них мед [9-12].

Анализ меда с пасеки удаленной от дороги на 1,3 км на содержание тяжелых металлов показал, что они содержатся в меде в незначительном количестве, не превышая ПДК. В порядке убывания располагаются цинк, медь, свинец и кадмий.

Содержание кадмия в ряде образцов не фиксируется, в то же время в отдельных образцах наблюдается превышение содержания свинца.

Учитывая колебания содержания тяжелых металлов в образцах меда, в настоящее время проводится работа по изучению состава медов Орловской области из разных почвенно-климатических зон и районов.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что удаленность автомагистралей от посевов влияет на содержание тяжелых металлов в почве и частях

растений горчицы белой, её морфологическую характеристику, продуктивность растений, а так же состав меда.

Наличие пчелиных семей в разных экосистемах играет положительную роль, но организация и содержание промышленных пасек ориентированных на получение продукции (мед, пыльца, прополис, воск и пр.) предполагает выбор экологически чистого места для расположения пчелиных семей с обязательным контролем качества продукции.

Литература

1. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L) для укрепления кормовой базы пчеловодства в Орловской области / Методические рекомендации Орел 2007. – 44 с.
2. Велкова Н.И., Наумкин В.П., Мазалов В.И. Рекомендации по возделыванию горчицы белой (*Sinapis alba* L.) как медоносной культуры/ Рекомендации, Изд-во ГНУ ВНИИ ЗБК Орел 2013. – 32 с.
3. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица – дар людям и пчелам // Пчеловодство № 1. – 2014. – С.22-24.
4. Наумкин В.П., Велкова Н.И. Возделывание горчицы белой (*Sinapis alba* L.) в условиях ЦЧР/монография/, Орел, – 2009. – 306 с.
5. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Горчица белая – медоносная культура/монография/ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет». – Орел. – 2015. – 157 с.
6. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Результаты агроэкологического мониторинга сортов *Sinapis alba* L. / В сборнике: Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации Материалы XII Международной научно-практической конференции. Липецк. – 2008. – С. 92-94.
7. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Мониторинг семян сортообразцов *Sinapis alba* L.. На содержание тяжелых металлов / В сборнике: Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования I Международная научно-практическая Интернет-конференция, посвященная 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия». – 2016. – С. 261-264.
8. Велкова Н.И., Наумкин В.П. Мониторинг семян сортообразцов *Sinapis alba* L. на содержание тяжелых металлов / Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» Орел, 29 февраля 2016 г. – С. 261-264.
9. Акимов И.А., Оскотская Э.Р., Наумкин В.П. Минеральный состав Орловского меда // Сборник научных трудов по пчеловодству, вып 2. – Орел ОГСХА, – 1998, – С. 20-27.
10. Акимов И.А., Наумкин В.П. Мед и окружающая среда // Пчеловодство, – № 7, – 2000. – С. 12-14.
11. Наумкин В.П., Яровая Н.И. Мед – экологически чистый продукт // Пищевая промышленность, – № 11, – 2002. – 63 с.
12. Наумкин В.П. Биомониторинг медоносных растений и продуктов пчеловодства // Пчеловодство. – № 3. – 2012. – С. 6-7.

CHEMICAL POLLUTION WITH HEAVY METALS OF SOIL, PLANTS AND SEEDS OF WHITE MUSTARD

V.P. Naumkin, N.I. Velkova

FGBOU HE «OREL STATE AGRARIAN UNIVERSITY NAMED AFTER N.V. PARAKHIN»

Abstract: *Heavy metals which are highly toxic and accumulate in the soil and plants and spreading of trophic chains, pose a significant threat not only to humans but also to melliferous bees. Location of crops from highways affects the content of heavy metals in soil and plant parts mustard white, its morphological characteristics, plant productivity, as well as the composition of the honey.*

The presence of bees in different ecosystems played a positive role, but the organization and content of industrial product-oriented Apiary (honey, pollen, propolis, wax, etc.) involves the selection of environmentally friendly places for location bee colonies with the obligatory quality control products.

Keywords: plants, white mustard, soil, honey, heavy metals, copper, zinc, lead, cadmium.