

Чурилов Г. И., Амплеева Л. Е.



БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАЗЛИЧНЫЕ ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

Монография

УДК 574.2:581.133.8:633/635

ISBN 978-5-98660-053-6

Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е.. Биологическое действие наноразмерных металлов на различные группы растений. /Монография/ Рязань: Издательство РГАТУ, 2010. - 150 с.

Рецензенты:

Левин В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Голубева Н.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Фадькин Г.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

В монографии рассмотрено влияние наноразмерных частиц металлов железа, кобальта и меди на различные группы растений: горец птичий, лапчатка гусиная, вика и кукуруза. Определены физиологические и продуктивные показатели: энергия роста, биометрика, накопление биологически активных соединений, урожайность. Приведены физико-химические характеристики выделенных белков, лектинов, водоростворимых полисахаридов, и их количественное изменение по фазам вегетации.

На основании полученных результатов рекомендованы оптимальные концентрации биологически активных нанопорошков металлов, для обработки семян, при которых отсутствует их накопление в почве и растениях, но при этом максимально повышается содержание биологически активных соединений в растениях.

Монография предназначена специалистов и руководителей сельскохозяйственных предприятий, фармацевтов, а также может быть полезной для научных сотрудников, преподавателей, аспирантов, студентов ВУЗов.

Рекомендовано к изданию методической комиссией технологического факультета Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева

Содержание

Список сокращений.....	5
Введение.....	6
Глава 1. Физиологическая роль металлов железа, кобальта и меди в жизни растений.....	8
Железо.....	8
Кобальт.....	9
Медь.....	11
Активность металлов в ультрадисперсном состоянии.....	13
Глава 2. Характеристика и значение изучаемых видов лекарственных и кормовых растений.....	20
2.1 Лекарственные растения. Род Горец.....	20
2.2 Род лапчатка.....	21
2.3 Сельскохозяйственные культуры. Вика.....	24
2.3.1 Химический состав вики.....	26
2.4 Биологические особенности кукурузы.....	30
Глава 3. Особенности влияния наноразмерных металлов на лекарственные растения.....	40
3.1 Методика обработки семян растений ультрадисперсными порошками.....	41
3.2 Влияние УДПМ на биометрические показатели лекарственных растений.....	43
3.3 Действие УДПМ на всхожесть, процессы фотосинтеза и накопление биологически активных соединений.....	48
3.4 Влияние УДПМ на содержание минеральных веществ в почве и в зеленой массе растений.....	57
Глава 4. Особенности роста и развития кормовых растений под действием УДПМ.....	59
4.1 Влияние УДП железа и кобальта на урожайность вики	59

4.1.2 Влияние УДП железа и кобальта на содержание белка и лектиновой фракции в семенах вики.....	63
4.1.3 Состав и свойства полисахаридов семян вики.....	68
4.1.4 Физико-химические характеристики полисахаридов кормовых растений.....	70
4.1.5 Состав и свойства полисахаридов семян вики, выращенной с использованием УДП железа и кобальта.....	71
4.1.6 Влияние УДПМ на накопление биологически активных соединений в зеленой массе вики.....	83
4.2 Влияние нанопорошка железа на рост и развитие растений кукурузы.....	88
4.2.1 Влияние УДПМ на влажность зерна, початков и на структуру урожая.....	91
4.2.2 Влияние УДПМ на показатели продуктивности кукурузы.....	93
4.2.3 Влияние нанопорошка железа на сбор сухого вещества.....	95
4.2.4 Влияние УДПМ на биохимические показатели кукурузы.....	97
Глава 5. Особенности роста и развития кормовых растений под действием УДПМ.....	99
Глава 6. Особенности роста и развития кормовых растений под действием УДПМ.....	101
6.1 Действие и последствие УДПМ на физиологические показатели растений.....	101
6.2 Структура и состав водорастворимых полисахаридов растений и их биохимическая активность.....	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	114
ВЫВОДЫ.....	117
Список использованной литературы.....	119

Список сокращений

БАС	биологически активные соединения
БАД	биологически активные добавки
УДПМ	ультрадисперсные порошки металлов
УДП Fe	ультрадисперсный порошок железа
УДП Со	ультрадисперсный порошок кобальта
УДП Cu	ультрадисперсный порошок меди
БХ	бумажный метод хроматографии
ТСХ	тонкослойный метод хроматографии
ГЖХ	газожидкостный метод хроматографии

Введение

Для обеспечения продовольственной программы в России и других странах используются биологически активные добавки, как для увеличения урожайности, так и для повышения кормовых качеств растений.

Одним из стимуляторов роста растений и активизации обменных процессов в организме являются микроэлементы в виде ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ). УДПМ обладают уникальными свойствами и изучаются рядом научно-исследовательских учреждений биологического, медицинского и сельскохозяйственного профиля. Особый интерес представляют порошки, активными компонентами которых являются железо, кобальт, медь и другие вещества в ультрадисперсном состоянии. Ультрадисперсные порошки металлов заметно отличаются от ранее известных форм микродобавок: они экологически безопасны, высокоэффективны и экономически выгодны, и способствуют более эффективному повышению продуктивности сельскохозяйственных растений и животных. Новые препараты нашли применение в растениеводстве для предпосевной обработки семян растений и клубней картофеля (патент РФ № 2056084, 1996 г.), в кормопроизводстве и животноводстве.

Однако при использовании биологически активных добавок ещё недостаточно изучено их комплексное влияние и биолого-экологическую безопасность. Нет данных о влиянии УДП железа и кобальта на урожайность и накопление биологически-активных соединений (БАС) в лекарственных и сельскохозяйственных растениях. Такие работы проводятся в Рязанском государственном агротехнологическом университете имени П.А. Костычева при активном участии сотрудников института металлургии имени А.А. Байкова РАН (г. Москва), которые являются изготовителями УДПМ.

В представленной работе изложены результаты изучения влияния ультрадисперсных порошков железа, кобальта и меди на показатели роста,

урожайности различных растений, накопление биологически активных соединений и биохимический состав лекарственных и кормовых растений.

В процессе проведения исследований были решены задачи:

1. Определение оптимальных доз ультрадисперсных порошков металлов железа, кобальта и меди, способствующих повышению накопления биологически активных соединений (БАС) в растениях;
2. Изучение оптимальных условий выделения белка, лектиновой фракции и полисахаридов из семян изучаемых растений, а также исследование соотношения белка и лектина и моносахаридный состав выделенных полисахаридов;
3. Изучение влияния УДП железа, кобальта и меди на накопление биологически активных соединений (БАС) в растениях;
4. Предложение рекомендаций сельскохозяйственному производству.

Впервые был использован экологически безопасный метод предпосевной обработки семян растений микродозами ультрадисперсных порошков металлов железа, кобальта и меди и выявлены их оптимальные дозы для обработки с целью повышения содержания биологически активных веществ.

Глава 1. Физиологическая роль металлов железа, кобальта и меди в жизни растений

Железо

Железо необходимо как для фотосинтеза, так и для дыхания растений [С.К. Арора, Д.К. Сэлук, С.К. Сэйте, 1986]. При недостатке железа у арахиса и сои наблюдался хлороз [H.G. Dungarwal, P.N. Mathur, H.G.Singh, 1974]. Скорость движения железа в побеги гороха зависит от метаболической активности клеток корня [D. Branton, L.Yacobson, 1962]. У растений, голодавших по железу, поглощаемое клетками корня железо, прежде всего, использовалось для удовлетворения собственных потребностей, а затем уже транспортировалось с транспирационным током. Как было показано на сое, железо перемещалось как по флоэме, так и по ксилеме. Особенно интенсивно оно транспортируется к активно развивающимся молодым тканям [Y.C. Brown, R.L. Chaney, 1971]. Показано, что у сои восстановление железа в корне происходит в клетках эндодермы и эпидермиса, локализованных между зонами растяжения и дифференциации. Наибольшей восстановительной способностью обладают молодые боковые корни второго порядка, что указывает на значительный вклад корней этого типа на процесс поглощения железа [A.L. Brown, S.Yamaguchi, 1965].

Поступление железа из внешнего раствора в клетки корня облегчает перемещение цитрата в сосуды и клетки стебля. Оно образует комплексные соединения с цитратом и транспортируется растением в виде цитрата железа [Y.E. Ambler, Y.C. Brown, H.G. Gauch, 1971]. Железо является компонентом гемопротеидов (цитохромов), а также негеминовых железосодержащих белков, связанных с фотосинтезом, фиксацией азота и участвующими в дыхании дегидрогеназами; необходимо для функционирования аконитатгидразы [C.A. Price, 1968; J.J.Villafranca, 1974].

Наблюдается увеличение пероксидазной активности, как при недостатке железа, так и при его избытке по сравнению с активностью этого фермента при нормальной обеспеченности растений гороха железом. Однако между пероксидазной и каталазной активностями в этом случае имеется обратная связь [L.A. Del-Rio и др., 1978]. Применение железа в виде растворов солей определенной концентрации в смеси с другими микроэлементами для механизированной обработки клубней картофеля при посадке в сочетании с росторегулирующими веществами повышает урожайность в среднем на 10,7% [А.А. Николаевская, 1987]. Внесение небольших количеств железа в торфяную смесь для приготовления рассадных кубиков обеспечивает равномерное поступление микроэлементов к растениям [Г.Ф. Качанова, 1988].

Отмечено, что более эффективным способом введения железа и кобальта в организм растения является использование комплексных химических соединений органического происхождения, в которых биологически активными лигандами являются комплексоны [В.С. Кожемякин, 1989]. Обработка комплексонатами металлов способствует накоплению элементов питания и хлорофилла в листьях, количество азота возрастает на 16,3-21,2%, фосфора на 18,2-20,6%, содержание крахмала в клубнях картофеля увеличивается на 0,8-1,8%. При этом комплексонаты снижают пораженность болезнями до 2 и более раз, особенно эффективен полиэлементный состав комплексов [М.П. Сургучева, 1993].

Кобальт

Кобальт может поступать в растения в значительно больших количествах, чем требуется для их нормального развития. Содержание его в различных органах неодинаково. Основная масса накапливается в корнях, а из надземных органов — в стеблях и листьях, меньше всего кобальта содержится в семенах [О.К. Кедров-Зихлян, Р.Е. Розенберг и др. 1956]. А.Ф. Агафоновой [1956] показано, что из известкованной почвы кобальт

поглощается растением в значительно меньшем количестве, чем из известкованной кислой почвы. В первые фазы развития растений кобальт поступает в большем количестве в верхние листья, чем в нижние, а в более поздние фазы наблюдается обратная закономерность. Аналогичные данные получены И.В. Гулякиным и В.В.Юдинцевой [1988]. Они отмечают, что на более ранних фазах развития растений кобальт поступает интенсивнее, а к концу вегетационного периода поглощение его растениями несколько замедляется.

По данным М.В. Катыльмова [1956] кобальт в растениях содержится в пределах от 0,01 до 0,6 мг на 1 кг сухого веса, причем в зеленой массе вики до 0,5 мг/кг.

Кобальт благоприятно действует на процесс синтеза хлорофилла в листьях растений и уменьшает его распад в темноте [Б.А. Ягодин, 1965]. Имеются данные о том, что кобальт способствует растяжению клеточных оболочек [М.Г. Абуталыбов, 1961]. В этой связи выдвинуто предположение о стимулирующей роли кобальта в образовании естественных ауксинов в растении. Кобальт также участвует в белковом обмене растений, так как большое его количество входит в стабильные белковые комплексы в митохондриях клеток [Р.Г. Бинеев, 1986]. Получено достоверное увеличение сухого веса надземной массы бобовых растений при введении в питательную среду кобальта в виде V_{12} или хлористой соли [S. Ahmed, 1962]. По данным Г.Н. Годнева и А.В. Лешиной [1959, 1961] введение кобальта в питательную смесь повышает урожай лука, салата и помидоров, увеличивает накопление аскорбиновой кислоты у лука. Есть данные об участии кобальта и железа в размножении клубеньковых бактерий в корневых волосках сои [D. Werner, K. Kuhlmann, 1985] и в фиксации молекулярного азота бобовыми растениями [Р.И. Владыкина, 1987]. Отмечено положительное влияние на интенсивность фотосинтеза опрыскивания растений раствором сульфата кобальта $CoSO_4$ [Б.А.Ягодин, 1961, 1963, 1964; Л.И Рехтиенко, 1965; Г.А. Липская, 1965, 1973; Г.А. Липская, Н.В. Коломенцева, 1965; Г.Я. Акк и др., 1995]. Являясь

составной частью витамина В₁₂, кобальт, попадая при опрыскивании на поверхность почвы, по-видимому, активизирует деятельность почвенных микроорганизмов, синтезирующих данный витамин. Таким образом, при отмирании организмов в ризосфере корневой системы растений образуются и дополнительные количества витамина В₁₂, который оказывает положительное влияние на жизнедеятельность растений [М. О'Connog, 1986]. Повышение интенсивности фотосинтеза под влиянием микроэлементов сказывается и на содержании сахаров в растениях [З.И. Мамедов, 1963]. При его применении содержание сахаров в капусте составило 3,85% на сырое вещество (контроль - 2,20%). Кобальт положительно влияет и на увеличение содержания аскорбиновой кислоты в растениях [Т.Н. Годнев, А.В. Лешина, 1959; П.А. Власюк, В.С. Доля, 1958; А.Н. Гюльяхмедов, 1981; Р.С. Рябых, О.А. Чуприкова, 1988]. Было обнаружено, что в результате дополнительных внекорневых подкормок кобальтом в листьях картофеля повышается общее содержание нуклеиновых кислот, увеличивается интенсивность дыхания растений [Н.Д. Тимашов, 1958; З.Е. Запорожан, 1973; Т.А. Данилова, 1961]. Отмечено влияние кобальта на увеличение активности некоторых ферментов [Б.А. Ягодин, 1965]. Обнаружено повышение активности каталазы в листьях картофеля, полифенолоксидазы на известкованной почве и пероксидазы [И.К. Дагис, 1959; Г.Т. Дубиковский, Е.И. Дорошевич, 1988].

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод о том, что кобальт положительно влияет на урожайность сельскохозяйственных растений и заметно снижает поражаемость растений грибковыми заболеваниями [М.С. Kamel, А.А. Metwelly, S.T. Abdalla, 1987; А.А. Николаевская, 1987; Е.Я. Коротя, 1989; В.С. Кожемякин, 1989].

Медь

Медь также относится к числу микроэлементов, необходимых для развития растений. Содержание меди в растениях колеблется в пределах 3-15

мг на 1 кг сухого вещества. Относительно богаты медью семена и растущие зеленые части растений [М.В. Катыльков, 1956].

Важнейшая физиологическая роль меди заключается в том, что она входит в состав аскорбиноксидазы. Соединения меди принимают большое участие в окислительно-восстановительных процессах, усиливая интенсивность дыхания, углеводный и белковый обмен, повышают накопление крахмала, белков [Б.А. Ягодин, 1964], уменьшают заболеваемость растений грибковыми болезнями [Я.В. Пейве, 1961], способствует повышению содержания аскорбиновой кислоты. Ряд авторов отмечает положительное влияние меди на засухоустойчивость растений [М.М. Окунцов, 1952; М.Я. Школьник, 1960] и плотность травостоя [Г.С. Миннулин, 2001].

Медь встречается в почве преимущественно в двухвалентной форме. Большая ее часть связана с органическими и неорганическими коллоидами почвы и включена в кристаллическую решетку минералов. Наряду с этим, часть меди находится в почве в виде комплексных соединений с органическим веществом, которым принадлежит особое значение в повышении ее подвижности. Медь, входящая в состав кристаллической решетки минералов, благодаря процессам выветривания со временем переходит в свободное состояние и сорбируется почвенным поглощающим комплексом. При повышении pH доступность меди растениям понижается. Подвижность меди в растениях незначительна. Вероятно, она находится в растительном организме преимущественно в виде комплексного или хелатного соединения. Медь прочно связана с протоплазмой и белковыми структурами, большая часть меди (около 70%) локализована в хлоропластах, что дает основание полагать об участии ее в ферментативных системах при фотосинтезе [М.М. Окунцов, 1952]. Известны некоторые медьсодержащие оксидазы, ферменты, способные переносить атом водорода на молекулярный кислород. К ним относятся полифенолоксидаза и оксидаза аскорбиновой кислоты. Механизм реакции медьсодержащих оксидаз основан на изменении валентности меди.

Содержание меди в растениях зависит от видовых особенностей и от почвенных условий.

Эффективность медных удобрений изучена недостаточно. Внесение фосфорных удобрений под кормовые травы в нормах более 90 кг/га приводит к снижению обеспеченности почвы подвижной медью, что уменьшает количество меди в растениях до нижней пороговой концентрации (менее 5 мг/кг сухого вещества).

Большая значимость этого элемента для растений ставит задачу поиска таких форм медьсодержащих удобрений, которые, не влияя на ее количество в почве, окажут положительное действие на рост и развитие растений, а так же и на обмен веществ в них.

Активность металлов в ультрадисперсном состоянии

Наноматериалы - это материалы, структурированные на уровне молекулярных размеров или близком к ним. Структура может быть более или менее регулярной или случайной. Поверхность случайной наноструктуры может быть получена обработкой пучками частиц, плазменным травлением и некоторыми другими методами. Одним из примеров наноматериалов являются ультрадисперсные порошки металлов. В настоящее время интерес представляет использование ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ) как биопрепаратов нового поколения - активными компонентами которых являются железо, кобальт, медь, молибден и другие вещества в ультрадисперсном состоянии. Один из способов получения УДПМ запатентован (Патент РФ № 2058223.- Бюл. № 11 от 20.04.96). Полученные таким образом ультрадисперсные порошковые вещества резко отличаются по своему строению от макрочастиц и приобретают новые физико-химические свойства в сравнении с последними [Г.В. Павлов, Г.Э. Фолманис, 1999]. Известно, что УДПМ в чистом виде биологической активностью не обладают. Для их активации и создания стойкой, долгоживущей ультрадисперсной

системы был предложен один из известных физических способов воздействия ультразвуком в водной среде.

Павловым Г.В. и др. [1999] были получены УДП железа методом низкотемпературного водородного восстановления с последующей ультразвуковой обработкой в водной среде, представляющие собой ультрадисперсную систему (УДС), в которой находятся поверхностно-активные атомы и электроны, катионы, анионы, а также необходимое количество двухвалентного железа, способного переходить в трехвалентное. Эти качества УДС и обуславливают их биологическую активность. Известно, что практически на всех типах почв растения отзывчивы на внесение удобрений, содержащих медь, железо и кобальт. По расчетам специалистов потребность земледелия России в этих микроэлементах составляет: меди – 4,5 тыс.т; кобальта – 0,2 тыс.т [П.И. Анспок, 1988; П.И. Анспок, 1990]. Содержание подвижного железа колеблется в пределах 10 – 50 мг/кг почвы [А.Н. Сармосова, 2002].

Один из способов - химико-металлургический способ получения УДПМ - является двухстадийным процессом, в результате которого полученные препараты гомогенны и имеют произвольную форму частиц, средний размер которых 15 нм, удельная поверхность некоторых порошков достигает 45 м²/г. Проведенные мелкоделяночные, а затем и производственные испытания, подтвердили высокую эффективность биоматериалов, полученных из рудного сырья [Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис, Н.С. Вавилов, 1998].

Высокая поверхностная энергия частиц УДП является причиной их высокой адсорбционной способности.

Таблица 1 - Основные характеристики нанокристаллических металлов

Показатель	Fe	Cu	Co
Температура восстановления, °С	400,0	300,0	250,0
Удельная поверхность, м ² /г	25,0	2,5	7,0
Средний диаметр частицы, нм	18,0	30,0	30,0
Содержание кислорода, %	2,0...2,2	<2,0	<2,0

Для проявления биологической активности УДПМ подвергают процессу диспергирования, диспергирование осуществляется с помощью специальных установок: гомогенизаторами, коллоидными мельницами, ультразвуковыми диспергаторами. При получении дисперсионной среды с помощью ультрадиспергаторов возникают свободные радикалы – чистый металл и оксид металла [Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис, 2000].

Дисперсионные системы – гетерогенные системы, состоящие из двух или нескольких фаз с развитой поверхностью раздела между ними. Эта поверхность в сочетании с особым состоянием поверхностных атомов и электронов предопределяет высокую реакционную способность и каталитическую активность ультрадисперсных частиц по отношению к внешней среде, в том числе биосистемах и, в частности, в клетках и тканях растений.

Одной из интереснейших областей применения УДП железа является использование их в виде ультрадисперсных микроэлементов, обладающих свойствами стимулятора роста растений [Г.Э. Фолманис, Л.В. Коваленко, 1999]. Изучая стимулирующий эффект УДП железа [Л.В. Коваленко, 1994] установил, что предпосевная обработка семян огурцов водной суспензией железа в дозе $2 \cdot 10^{-4}$ г обеспечила усиление начальных ростовых процессов, что выражалось в увеличении длины ростка. В тех же исследованиях на семенах зерновых культур: пшенице сорта «Мироновская - 808» и кукурузе «Молдавский - 215» отмечалось увеличение всхожести до 7,5%.

По данным [О.П. Полякова, В.Н. Селиванов, Е.В. Зорин и др., 2000] появление полных всходов и цветение растений картофеля происходит на 2-3 дня раньше контроля, при этом укорачивается вегетационный период растений. В опытах В.Н. Селиванова, С.Д. Полищук [1999, 2000] предпосевная обработка клубней картофеля и лука УДП железа и меди в различных дозах способствовала ускорению прорастания на трое суток клубней картофеля и луковиц. Предпосевная обработка семян кукурузы водной суспензией УДП-Fe оказывает значимое влияние на урожайность зелёной массы и сбор сухого вещества. Урожайность зелёной массы кукурузы превышает контроль на 142,3 ц/га или на 27,3%, а сбор сухого вещества - на 30 ц/га или на 28,3%. Большое значение в определении питательной ценности корма имеет его аминокислотный состав. Незаменимые аминокислоты в организме животных не синтезируются, а их недостаток в кормах приводит к отрицательному азотистому балансу, нарушению биосинтеза белков, роста и развития животных. Зоотехнический анализ надземной массы кукурузы, выращенной под воздействием препарата УДП-Fe, выявил резкое увеличение доли незаменимых аминокислот в сыром протеине. Повышение по сравнению с контролем составляет по листостебельной массе 20,4%, а в початках -7,6% [Г.Э. Фолманис, Л.В. Коваленко, 1999].

Однако исследования А.Н. Сармосовой [1998] показали, что при обработке семян капусты водными суспензиями железа, кобальта и меди в дозах 5; 35 и 75 мг/кг замедляют прорастание семян, причем четкой зависимости от нормы расхода не прослеживается. В то же время УДП меди стимулировал всхожесть с повышением нормы расхода, а при использовании УДП железа и кобальта низкая концентрация имеет более высокие показатели: 55,3% и 46% соответственно.

Позже [Г.В. Павлов, Г.Э. Фолманис, 1999] было установлено, что действие УДПМ на семена при предпосевной обработке начинается с процесса дыхания и прорастания, при котором на первый план выступает водород и молекулярный кислород, а УДПМ являются дополнительными источниками

свободных активных электронов, активизируя этим самым все обменные процессы.

Таким образом, отличительной особенностью УДПМ является их малая токсичность по сравнению с солями металлов и способность активизировать физиологические и биохимические процессы. Кроме этого, за счет высокой диффузной подвижности частиц, ненасыщенных валентностей металла и образования большого набора хелатных соединений применение УДПМ обеспечивает в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве и кормопроизводстве высокую биологическую и хозяйственную эффективность [О.П. Полякова, В.Н. Селиванов, Е.В. Зорин и др., 2000].

В основе биологического использования УДПМ лежит давно известный способ микроэлементного воздействия на растительные клетки в виде катионов металлов, являющихся продуктами распада солей металлов. В отличие от вышеуказанного способа, коллоидные частицы металла в восстановленной форме обладают пролонгированным действием, то есть большими возможностями в минеральном питании, углеводном и азотном обмене, синтезе аминокислот, в реакциях фотосинтеза и дыхания клеток.

Практическим подтверждением в пользу применения УДПМ в качестве стимуляторов роста и развития растений являются экспериментальные данные, которые были получены на различных сельскохозяйственных культурах: пшенице, картофеле, капусте, кукурузе.

Исследованиями [А.Н. Сармосова, 2002] было выявлено положительное влияние УДПМ на устойчивость капусты к болезням. Так, было установлено, что достоверным фунгицидным действием против килы обладают УДП магния, кобальта и цинка: биологическая эффективность составила 42,8–57,0%; 43,6–46,0%; 36,7–55,4% соответственно. Однако изучаемые препараты оказались малоэффективными против возбудителей черной ножки капусты. Ранее [Е.В. Зорин, О.П. Полякова, В.Н. Селиванов, 2000] установили, что обработка клубней картофеля привела к снижению вредоносности

резоктониоза: в вариантах с железом на 20-30%, с медью на 12-20%, с кобальтом на 12-19%.

Результаты всех приведенных исследований свидетельствуют о том, что применение ультрадисперсных препаратов нового поколения позволяет, не только более полно использовать биологический потенциал, заложенный в семенах и клубнях сельскохозяйственных культур, но и повысить качество сырья, а также решить проблему дефицита удобрений.

Следовательно, использование УДПМ может рассматриваться как альтернатива дорогостоящим солям микроэлементов. Кроме того, в отличие от солей микроэлементов, УДПМ характеризуются высокой экологической безопасностью и экономической эффективностью.

В РГСХА и РГМУ [Г.И. Чурилов, М.М. Сушила, Л.Е. Амплеева, С.Д. Полищук, А.А. Назарова, Т.В. Жеглова] проводились исследования с целью выявления оптимальных доз УДПМ, влияющих не только на урожайность, но и на накопление биологически активных соединений при предпосевной обработке семян различных растений. Использовались концентрации 0,010-0,08 г препарата на гектарную норму высева семян. Для исследований были выбраны лекарственные растения семейства Гречишных горец птичий и семейства Розоцветных лапчатка гусиная, которые используются и как кормовые культуры, а также вика – кормовая культура семейства бобовых.

Особый интерес представляет действие ультрадисперсных порошков металлов на лекарственные растения и на выделенные полисахариды, которые используются как природные лекарственные препараты.

Постепенно все чаще упоминается медицина как перспективная область применения нанотехнологий. Это связано с тем, что современная технология позволяет работать с веществом в масштабах, еще недавно казавшихся фантастическими - микрометровых, и даже нанометровых. Именно такие размеры характерны для основных биологических структур - клеток, их составных частей (органелл) и молекул. Сегодня можно говорить о появлении нового направления - наномедицины. Впервые мысль о применении

микроскопических устройств в медицине была высказана в 1959 г Р. Фейнманом, но только в последние несколько лет предложения Фейнмана приблизились к реальности.

В медицине материалы с наноструктурированной поверхностью могут использоваться для замены тех или иных тканей. Клетки организма опознают такие материалы как "свои" и прикрепляются к их поверхности. В настоящее время достигнуты успехи в изготовлении наноматериала, имитирующего естественную костную ткань. При этом учёные из Северо-западного университета (США) использовали трехмерную самосборку волокон около 8 нм диаметром, имитирующих естественные волокна коллагена, с последующей минерализацией и образованием нанокристаллов гидроксиапатита, ориентированных вдоль волокон. К полученному материалу хорошо прикреплялись собственные костные клетки, что позволяет использовать его как "клей" или "шпатлёвку" для костной ткани. Представляет интерес и разработка материалов, которые обладают противоположным свойством: не позволяют клеткам прикрепляться к поверхности. Одним из возможных применений таких материалов могло бы стать изготовление биореакторов для выращивания стволовых клеток. Дело в том, что, прикрепившись к поверхности, стволовая клетка стремится дифференцироваться, образуя те или иные специализированные клетки. Использование материалов с наноразмерной структурой поверхности для управления процессами пролиферации и дифференциации стволовых клеток представляет собой огромное поле для исследований. Мембраны с нанопорами могут быть использованы в микрокапсулах для доставки лекарственных средств.

Нанокристаллические металлы могут быть использованы как основа для доставки различных биологических материалов и лекарственных препаратов в живые организмы.

Глава 2. Характеристика и значение изучаемых видов лекарственных и кормовых растений

2.1 Лекарственные растения. Род Горец

Изучение химического состава растений семейства Гречишных посвящены работы с начала XIX века. Первые исследования химического состава связаны с изучением флавоноидов [Н. Schindler, 1954]. Из выделенных флавоноидов горца птичьего [Н. Schindler, 1954; R.Hansel, L. Hörhammer, 1954] описаны авикулярин, кверцетин, кемпферал, мирицетин, изорамнетин и в [F. Haverland, 1963] гликозиды кверцетина. Подтверждение данного состава флавоноидов есть в работе [R.Hansel, L. Hörhammer 1954; Г.И. Высочина, 1969]. В литературе имеются данные об изменении флавоноидного состава под влиянием различных факторов. Так, [I.Tronchet, B. Vullemine, 1964] наблюдали изменения флавоноидного состава при обработке растений горца птичьего гибберелином, при этом отмечалось увеличение содержания флавоноидов. Работами [П.А. Ермаков, Е.П. Матвеева, 1988; М.А. Кормановский, 1962] определено содержание жира и протеина в растениях в количестве 3,0-5,7% от абсолютно сухого вещества. Многочисленные анализы, выполненные в [И.А. Панкова, 1949; С.С. Сахобиддинов, 1948] дают содержание в листьях (на 1 кг абсолютно сухого вещества) 700-887 мг аскорбиновой кислоты. По данным [Л.Я. Складчиков, И.А. Губанов, 1995] в состав растений входит 170 мг каротина на 1 кг сухого сырья, а в последующих срезах наблюдается снижение содержания до 23 мг. В [Ядовитые растения лугов и пастбищ, 1950] указывается на присутствие дубильных веществ и отсутствие алкалоидов, что подтверждено в работе [В.С. Соколов, 1952]. Были высказаны предположения и о присутствии в растениях сапонинов, хотя в дальнейших работах [R.Yaretzky, 1940], проведенные исследования не подтвердили данного предположения.

Как известно, одним из наиболее распространенных видов растений семейства гречишных является род горец. Исследование химического состава

спорыша было проведено в работах [М.М. Икрамова, А.П. Чукавкина, Е.П. Трофимова, 1970; А.Г. Чукавина, 1968], выполненных в Таджикистане. Показано, что спорыш имеет следующий состав (в % от абсолютно сухого вещества): сумма растворимых сахаров - 7,17, крахмала - 7,02, гемицеллюлозы - 10,05, клетчатки - 26,74, содержится также сырой протеин, белок, жир. На питательную ценность растений семейства гречишных указывают и работы [А.В. Андреев, Н.М. Ахламова, В.Г. Игловиков и др., 1976], выполненные в Нечерноземной зоне. Отмечается, что химическому составу и питательной ценности спорыш близок к бобовым растениям.

Следовательно, химический состав горца птичьего достаточно широко изучен [Г.И. Чурилов, Г.Г.Шаламова, А.И.Яковлев, 1983]. Определено общее количество моносахаридов в растении, дающих характерные цветные реакции на углеводы. Подтверждены питательные свойства спорыша. Но в литературе отсутствуют данные о полисахаридном составе надземных частей данного растения.

2.2 Род Лапчатка

Семейство Розоцветные насчитывает около 115 родов и 3350 видов, распространённых по всему земному шару, главным образом в умеренном и субтропическом поясах Северного полушария. Многие представители этого семейства культивируются как плодовые, ягодные, лекарственные и декоративные растения. Встречаются представители 56 родов (в средней полосе около 25) и 700 видов [Дикорастущие полезные растения Крыма, 1971].

Самым многочисленным родом семейства Розоцветные является род Лапчатка: самыми распространёнными являются лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), лапчатка серебристая (*Potentilla argentea* L.) и лапчатка прямостоячая, калган (*Potentilla erecta* L.). Химический состав этих растений довольно хорошо изучен, так как эти виды являются кормовыми растениями и распространены по всей территории России [А.В. Андреев, Н.М. Ахламонова и

др.], кроме того, они являются лекарственными растениями и используются и отечественной фармакологии и народной медицине [К.А. Соболевская, 1972]. В листьях и стеблях данных трёх видов лапчаток алкалоиды не найдены [А.П. Баньковский, М.П. Зарубина, Л.И. Сергеева, 1947].

Химический состав Лапчатка гусиная изучался с начала XVI века в связи с его лекарственными свойствами. В работе [М.А. Кормановский, 1962] изучен простейший химический состав: золы - 8%, протеина - 17,6%, клетчатки - 14,6% от абсолютно сухого вещества.

Всё растение содержит эфирное масло 0,28%, стероиды, флавоноиды, дубильные вещества 10,76%, лейкоантоцианидины, антоцианы, в гидролизате: цианидин, дельфинидин [В.М. Триль, 1975]. Найдены: высший алифатический углеводород н-нанокозан, из высших алифатических спиртов - цериловый. Растение содержит жирное масло (2%), в его составе обнаружены следующие кислоты: арахидовая, церотиновая, пальмитиновая, миристиновая, линолевая, олеиновая, линоленовая.

Работы [В.Г. Минаева, А.В. Киселева, Т.А. Волхонская, 1973, Л.Ю. Гаммерман, 1976] посвящены изучению содержания дубильных веществ в различных частях растения: корневища содержат 4,8-25%, вся надземная часть растения 4,18-10,64% в стеблях находится 6,46%, в листьях 15,28%.

Работа [В.И. Муравьева, А.И. Баньковский, 1947] посвящена изучению содержания витамина С в растении. По данным этого источника корневища лапчатки гусиной содержат 105,6 мг витамина С (0,12%), а листья 260-297 мг.

Надземная часть содержит: каротин [А.В. Сергеев, 1959], углеводы, кумарины, флавоноиды [Р.М. Середин, Г.Н. Кадаев, 1961], кверцетин, кверцитрин, гликозиды кверцетина, кемпферола, мирицитина [С.С. Станков, 1946]. Листья содержат фенолкарбоновые кислоты и их производные; в гидролизате содержатся кислоты феруловая, н-кумаровая, эллаговая, катехин, эпикатехин, флавоноиды, мирицетин, кемпферол, кверцетин, цианидин, дельфинидин.

Лапчатка гусиная обладает большим количеством полезных свойств. В России и Болгарии применяется как лекарственное растение аналогично *R. erecta* L. [В.М. Триль, Е.С. Шмыкина, 1981]. В последнее время она интенсивно изучается в связи с обнаружением ряда свойств: антибактериальных [А.И. Апдрукович, 1970; А. Д. Беззубов, А.И. Хатина, 1961; П. Чуролинов, 1979], тромбопластических. Она проявляет антифибринолитическую активность [С.А. Вичканова, В.В. Адгина, и др., 1986], стимулирует перистальтику кишечника [Г.И. Касьянов, Э.А. Шафтан, Е.С. Климова, 1977], является желчегонным средством [Е.С. Bate-Smith, 1961], обладает высокой холеретической активностью [О.П. Малова, 1969]. Трава входит в состав противосудорожного сбора (ванны) для детей [И.В. Волкинд, И.Я. Гуревич, О.Ю. Урюпов, 1976]. Является кормовым растением для крупного рогатого скота, оленей, коз, овец, кроликов, свиней, гусей.

Химический состав этого растения изучался с начала 20 века в связи с его лекарственными свойствами. Изучен простейший химический состав: золы 8%, протеина 17,6%, клетчатки 14,6% от абсолютно сухого вещества.

Всё растение содержит эфирное масло 0,28%, стероиды: ситостерин, флавоноиды, дубильные вещества 10,76%. Лейкоантоцианидины, антоцианы, в гидролизате: цианидин, дельфинидин. Найден высший алифатический углеводород: н-нанокозан. Из высших алифатических спиртов: цериловый. Содержит жирное масло (2%), в его составе обнаружены следующие кислоты: арахидовая, церотиновая, пальмитиновая, миристиновая, линолевая, олеиновая, линоленовая.

Работы Блиновой К.Ф., Пешковой В.А. [1959] и другие посвящены изучению содержания дубильных веществ в различных частях растения. Суммируя различные источники можно получить следующие данные: корневища содержат 4,8-25%, вся надземная часть растения содержит 4,18-10,64%, в стеблях 6,46%, в листьях 15,28%.

Работы Муравьевой В. И., Баньковского А.И. и Панковой И.А. [1947] посвящены изучению содержания витамина С в различных растениях. По

данным этих источников корневища лапчатки гусиной содержат 105,6 мг% витамина С, а листья 260-297 мг%. Корневища содержат: торментол 0,12% .

Надземная часть содержит: каротин; углеводы; кумарины: эллаговая кислота; флавоноиды 1,8%: кверцетин, кверцитрин, гликозиды кверцетина, кемпферола, мирицитина.

Листья содержат фенолкарбоновые кислоты и их производные: в гидролизате феруловая, н-кумаровая, эллаговая. Катехины: катехин, эпикатехин. Флавоноиды, в гидролизате: мирицетин, кемпферол, кверцетин, цианидин, дельфинидин.

Обладает большим количеством полезных свойств. В России и Болгарии применяется как лекарственное растение аналогично *P. erecta* L. В последнее время интенсивно изучается в связи с обнаружением ряда свойств: проявляет антибактериальную, тромбопластическую и антифибринолитическую активность, стимулирует перистальтику кишечника, является желчегонным средством, обладает высокой холеретической активностью. Входит в состав противосудорожного сбора (ванны) для детей. Является кормовым для крупного рогатого скота, оленей, коз, овец, кроликов, свиней, гусей.

2.3 Сельскохозяйственные культуры.

Вика. Характеристика культуры

Одной из наиболее ценных бобовых культур для кормопроизводства является вика [С.И. Репьев, 1988]. Она произрастает в различных условиях и обладает разнообразными ценными признаками, служит исходным материалом для селекции. Лучше других вика пригодна для заготовки сена, силоса, сенажа и обезвоженных кормов. Она приспособлена к умеренному климату, отзывчива на осадки, неприхотлива к почвам и дает высокие урожаи зеленой массы. Мировое разнообразие этой культуры сосредоточено в ведущих научно-исследовательских центрах всех стран с развитой

сельскохозяйственной наукой. В Основном направлении экономического развития России важное место занимает необходимость увеличения производства растительного кормового белка за счет расширения посевов и повышения урожайности культур с высоким содержанием протеина.

Таблица 2 - Кормовая ценность 1 кг зеленой массы вики [по данным В.В.Шмакова, А.Г.Шмаковой, 1969].

Культура	Кормовые единицы	Энергитические корм. ед.	Переваримый протеин, г	Каротин, мг
Вика	0,21	0,23	36	40

Вика относится к семейству бобовых (*Leguminosae* Juss.), подсемейству мотыльковых (*Papilionatae* Taub.), роду вики (*Vicia* L.). Род вики включает в себя около 150 видов, среди которых имеются однолетние, двулетние, многолетние, яровые и озимые виды.

В сельскохозяйственном производстве наибольшее распространение имеет вика посевная (яровая) и значительно меньшие площади занимает вика озимая - мохнатая и паннонская. У данных видов имеются общие особенности, характерные для рода. У них стержневой корень с большим количеством мелких, сильно разветвленных корешков. Полегающие, ребристые, сочные стебли длиной до 200 см. Сложные, парноперистые крупные листья до 9 пар листочков длиной до 3,5 см и сильно разветвленные усики. Строение цветка типично для подсемейства мотыльковых. Бобы двухстворчатые, без перегородок.

По данным научно-исследовательских учреждений, вика, убранная в фазе цветения или налива бобов, оставляет в почве с корнями и пожнивными остатками до 40 кг азота. Однако количество этого элемента зависит от нормы высева составляющих компонентов. В опытах при уборке бобовых на зеленую массу в почве осталось 20-35 кг азота, в том числе от вики-14-23 кг [Л.В. Кукреш, 1989, Л.В. Кукреш, Р.А. Кулаева, Н.П.Лукашевич, 1989].

Важным резервом повышения почвенного плодородия является использование вики на зеленое удобрение. По мнению ряда специалистов [Г.В. Боднар, 1977, П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов, 1989] запашка зеленых растений в момент их наилучшего развития позволяет оздоровить почву для 5-6-летнего выращивания зерновых культур. Основной формой использования вики на зеленое удобрение является самостоятельный посев ее в паровом поле с запашкой зеленой массы под озимые без предварительного скашивания и подвяливания. По своему действию зеленое удобрение не только не уступает навозу, но даже превосходит его [С.И. Репьев, 1988].

По химическому составу сорта яровой и озимой вики сильно отличаются. Для яровой вики характерно большее содержание воды (16,7%), клетчатки (34 %) и золы (9,3%), но гораздо меньше содержится жира (2,3 %) и протеина (19,8%). Соответственно, у озимой вики следующее содержание химических веществ: вода - 15%, протеин - 22,3%, жир - 3,2%, клетчатка - 19,8%, зола - 7,5%.

Основные используемые сорта яровой вики: Белоцерковская 222, Герда, Жельвай, Льговская 31-292, Льговская-28, Немчиновская 72.

Основные разновидности вики озимой: мохнатая и паннонская. Мохнатая вика богата легко усвояемыми питательными веществами, особенно белком. За период бутанизации в зеленой массе содержится химических веществ, в пересчете на сухое вещество: белок - 21,4%; жир - 3,6%; клетчатка - 31,6%; кальций - 1,565%; фосфор - 0,36%. Зеленая масса не содержит никаких гликозидов, поэтому возможно скормливание в чистом виде в любых количествах. Используемые сорта: Калининградская 6, Серпуховская улучшенная.

2.3.1 Химический состав вики

По химическому составу сорта яровой и озимой вики сильно отличаются. Для яровой вики характерно большее содержание воды (16,7%), клетчатки (34 %) и золы (9,3%), но гораздо меньше содержится жира (2,3 %)

и протеина (19,8%). Соответственно, у озимой вики следующее содержание химических веществ: вода - 15%, протеин - 22,3%, жир - 3,2%, клетчатка - 19,8%, зола - 7,5%.

Кормовая ценность вики определяется высоким содержанием белка. По данным ВИР, в зеленой массе распространенных сортов этой культуры в расчете на абсолютно сухое вещество содержится 18-24% белка, а в семенах – 18-24% [Л.В. Кукреш, 1989] (таблица 4).

Таблица 3 - Химический состав вики в расчете на 1 кг сухого вещества

[по данным П.И. Тютюнникова, 1973]

Культура	Переваримый протеин в расчете на 1 корм. ед., г	Кальций, г	Фосфор, г	Каротин, мг
Зерно (вика яровая)	230	1	4	-
Зеленая масса				
Вика яровая	34	2	0,7	45
Вика озимая	28	2,1	0,7	50
Сено (Вика яровая)	120	12,9	4,2	30
Солома вики	23	10,1	1,2	2

Зеленая масса вики – ценный корм для всех видов скота, 1 кг ее содержит в среднем 0,16-0,2 кормовой единицы и 24-31 г переваримого протеина. По данным химических анализов [С.И. Репьев, 1988, А.К. Антоний, А.П. Пылов, 1980], сено вики яровой содержит в среднем (в абсолютно сухом веществе) 16,50-26,69% сырого протеина, 1,20-3,12% сырого жира, 6,54-12,12% золы, 30,00-35,85% клетчатки в зависимости от соотношения листьев и стеблей в общей массе вики.

Хороший урожай зеленой массы вика яровая дает на различных почвах, за исключением сухих, бедных песков. На дерново-подзолистых связных почвах урожай зеленой массы достигает 400-450 ц/га. Известно, что известкование кислых почв повышает урожай сена на 5-8 ц/га. [В.П. Орлов,

А.П. Исаев, 1986, Л.В. Кукреш, Р.А. Кулаева, Н.П.Лукашевич, 1989] (таблица 5).

Таблица 4 - Химический состав семян вики, % [по данным М.А. Филимонова, 1969]

Культура	Сырой протеин	Сырой белок	Клетчатка	БЭВ	Из них сахар	Кормовые единицы
Вика яровая	2,6	23,8	3,6	66,9	5,4	1,43

Таблица 5 - Химический состав сена, % [по данным А.И. Тютюнникова, 1973].

Культура	Вода	Протеин	Жир	БЭВ	Клетчатка	Зола
Вика мохнатая	16.0	22.5	2.2	28.9	25.4	5.0
Вика яровая	16.7	19.8	2.3	28.5	34.0	9.3
Вика озимая, начало цветения	15.0	22.28	3.15	32.32	19.77	7.48

В зеленой массе вики на 1кг сухого вещества содержатся следующие незаменимые аминокислоты [П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов, 1983]: лизин - 8,8 г, метионин - 2,8 г, цистин - 2,4 г, аргинин - 7,6 г, лейцин - 6,6 г, фенилаланин - 6,2 г, треонин - 6,4 г, валин - 8,4 г, триптофан - 2,4 г, гистидин - 4,0 г. Также в зеленой массе находятся 2-2,1 г кальция, 0,7 г фосфора, 45-50 г каротина. А в семенах вики содержание незаменимых аминокислот несколько выше: лизин – 14,6, метионин - 2,7, цистин – 2,2, аргинин – 16,1, лейцин – 23,6, фенилаланин – 8,9, треонин -8,7, валин – 7,9, триптофан – 1,2, гистидин – 6,7 г., 1 г кальция и 4 г фосфора [С.И. Репьев, 1988, Г.В. Боднар, 1977]. Аминокислотная структура белка семян вики, %: лизин – 4,96, изолейцин – 3,66, метионин – 1,11, лейцин – 6,6, триптофан – 0,62, фенилаланин – 4,37, треонин - 3,74, гистидин-2,82, валин – 4,83, аргинин –

6,93, цистин – 1,36, аспарагиновая кислота – 14,28, глицин – 4,33, аланин – 4,62, тирозин – 3,07; белок – 14,25, кормовая единица – 55,40.

Замечено, что в период от начала бутанизации до образования бобов происходит изменение накопления питательных веществ растительной массы у вики: количество протеина снижается с 23,33% до 18,78%, содержание клетчатки возрастает от 24,4% до 28,5%, а содержание фосфора и кальция остается практически неизменным (0,1% Са и 0,2% Р) [Л.В. Кукреш, 1989; Т.Ф. Персикова, 2002] (таблица 6).

Таблица 6 - Динамика накопления питательных веществ растительной массой у озимой вики (паннонская) в % на 1 кг сухого вещества.

Период	Зеленая масса	Сухая масса	Протеин	Клетчатка	Кальций	Фосфор
Начало бутонизации	62,8	43,4	23,33	24,40	1,751	0,231
Массовая бутонизация	100	100	23,33	24,40	1,751	0,231
Массовое цветение	286,7	323,0	18,78	28,49	1,684	0,200
Образование бобов	316,8	389,0	18,58	28,49	1,684	0,201

Таблица 7 - Питательная ценность вики в оптимальную фазу уборки.

Культура	Корм.ед. в 1 кг	Переваримый белок	Незаменимые аминокислоты	В них чистого лизина	Сахара	Кальций фосфор
Зеленая масса: Вика яровая	0,20	35	19,8	2,7	20	5,4
Семена: Вика яр.	1,14	230	119,0	20,5	58	6,0

Таким образом, химический состав вики достаточно хорошо изучен на содержание общего белка и аминокислот, но мало данных о содержании лектина и практически, отсутствуют результаты по изучению содержания водорастворимых полисахаридов и их составу.

2.4 Биологические особенности кукурузы

Кукуруза (*Zea mays*) – однолетнее однодомное раздельнополое растение. По форме, химическому составу и внутреннему строению зерновок выделяется восемь подвидов кукурузы: зубовидная, кремнистая, крахмалистая, сахарная, крахмалисто-сахарная, лопающаяся, восковидная и пленчатая. В нашей стране наиболее распространены зубовидный и кремнистый подвиды. Наиболее подходящий подвид для возделывания кукурузы на зерно в Рязанской области – кремнистая. Этот подвид отличается от других наибольшей холодостойкостью, устойчивостью к полеганию и болезням, меньшей требовательностью к условиям произрастания, имеет как исключительно позднеспелые, так и предельно скороспелые формы [Г.Е. Шмараев, 1975].

Выделяют следующие фазы роста и развития кукурузы: начало и полное появление всходов, метелок, цветение початков (появление нитей), молочное, молочно-восковое состояние зерна, восковая спелость, полная спелость. Длительность межфазных периодов определяется сортовыми особенностями, погодными условиями и агротехникой.

В начальный период, до образования первого надземного стеблевого узла, кукуруза растет очень медленно. Затем темпы роста постепенно увеличиваются, достигая максимума перед выметыванием. В это время приросты растений при благоприятных условиях составляют 10-12 см в сутки. После цветения рост их в высоту прекращается. Критические периоды в формировании высокого урожая – фаза 2-3 листа, когда происходит дифференциация зачаточного стебля, и фаза 6-7 листа, когда определяется размер початка. Наиболее важные фазы в развитии кукурузы следующие: 1) формирование метелки, которое происходит у скороспелых, среднеспелых и позднеспелых сортов и гибридов соответственно в фазе 4-7 листа, 5-8 и 7-11 листа; 2) формирование початка, в зависимости от скороспелости

соответственно в фазе 7-11 листа, 8-12 и 11-16 листа. За 10 дней до выметывания и спустя 20 дней после окончания цветения растения накапливают до 75% органической массы. Засуха, переувлажнение почвы, недостаток минерального питания в период цветения и оплодотворения ухудшают оплодотворение, снижают озерненность початков. Максимальное количество сырой массы у растений отмечается в фазе молочного состояния; сухого вещества – в конце восковой спелости. Для формирования высокого урожая зерна посе́вы кукурузы должны сформировать листовую поверхность около 40-50 тыс.м²/га и более [Справочник кукурузовода, 1985].

Продолжительность периода вегетации у кукурузы колеблется от 75 до 180 дней и более. Отмечена тесная зависимость между длиной периода вегетации и числом листьев на растении (коэффициент корреляции $r=0,82-0,99$), а также между длиной периода вегетации и урожаем зерна ($r=0,70$) [Н.И.Володарский, 1975]. По длине периода выделяют следующие группы растений (таблица 8).

Таблица 8 - Классификация гибридов по ФАО и числу дней вегетационного периода (ВНИИ кукурузы).

Группа спелости	Группа спелости по ФАО	Вегетационный период (всходы-полная спелость)	Сумма активных температур, С ⁰	Сумма эффективных температур, С ⁰
Раннеспелые	100-200	90-100	2200	800-900
Среднеранние	201-300	105-115	2400	1100
Среднеспелые	301-400	115-120	2600	1170
Среднепоздние	401-500	120-130	2800	1210
Позднеспелые	501-600	135-140	3000	1250-1300

Для достижения фазы восковой спелости раннеспелые гибриды за вегетацию требуют суммы эффективных температур не менее 800 С⁰. Такая сумма температур на территории юго-западной части Нечерноземной зоны России позволяет вызревать раннеспелым гибридам с длиной вегетационного периода 100-105 дней. По справочнику кукурузовода [1985] раннеспелые сорта и гибриды кукурузы достигают восковой спелости в Рязанской области только в 20% лет. Кукуруза является светолюбивым растением. Как растение короткого дня кукуруза быстрее всего зацветает при 8-9 часовом дне. При продолжительности дня свыше 12-14 часов ее вегетационный период удлиняется, что характерно для Нечерноземной зоны РФ [В.Ф.Трусаков, 1966].

С севом кукурузы не стоит спешить, так как она является теплолюбивой культурой, ее семена начинают прорастать при среднесуточной температуре +7...+8 С⁰. Однако в этом случае период посев – всходы растягивается до трех и более недель, проростки всходят на поверхность слабыми и болезненными. Посев в непрогретую почву сопровождается изреженными всходами [В.Ф. Мальцева, М.К. Каюмов, 2002]. Для появления всходов, образования листьев и стеблей, метелок и початков и их созревания необходима минимальная температура +10-12 С⁰. Наиболее благоприятная температура для роста и развития растений +20-27 С⁰ [Н.Н. Володарский, 1986]. При температуре +30 С⁰ и более нарушаются процессы цветения и оплодотворения, обезвоживается и подсыхает пыльца, что приводит к череззернице початков [П.П. Вавилов и др., 1957]. При снижении температуры до +15 С⁰ и ниже листья кукурузы желтеют, так как мало образуется хлорофилла, корневая система развивается медленно, период вегетации удлиняется, растения легко поражаются болезнями, что снижает урожаи [В.С. Циков, Л.А. Матюха, 1989].

В Нечерноземной зоне установлена тесная связь между дневной температурой воздуха и суточной продуктивностью фотосинтеза листьев: чем выше температура, тем выше продуктивность аппарата. При температуре

ниже $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ процессы роста и развития растений кукурузы практически прекращаются [В.Ф. Мальцева, М.К. Каюмов, 2002]. Кукуруза чувствительна к заморозкам. Непродолжительные заморозки ($-2\dots-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) весной повреждают листья. При повреждении более 50% листовой поверхности растения погибают [Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодин, А.М. Туликов, 2004]. Однако, по мнению некоторых ученых, кукуруза способна выдерживать кратковременные заморозки до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [М.А. Федин, 1973], до $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ [Г.Е. Шмараев, 1975] и даже до $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ [Т.И. Белаш, 1960]. Являясь относительно засухоустойчивой культурой, кукуруза экономно расходует влагу. На образование 1 ц сухого вещества она использует от 25 до 40 т воды, тогда как ячмень и овес значительно больше. В течение вегетации кукуруза расходует влагу неравномерно, наименьшее ее количество используется в первый период роста до фазы образования 7 - 8 листа и потребляет много влаги во 2-ой половине вегетации во время интенсивного роста, цветения и образования початков.

Оптимальные условия увлажнения складываются при влажности в корнеобитаемом слое почвы не ниже 75-80% полевой влагоемкости. Плохо кукуруза переносит переувлажнение почвы, что приводит к нарушению физиологических процессов, снижению урожая [Д. Шпаар, В. Шлапунов, А. Постников и др. 1999].

Кукуруза – требовательная культура к условиям произрастания, хорошо отзывается на применение удобрений повышением урожайности. На создание 1 т зеленой массы кукуруза в среднем потребляет из почвы азота 24-30 кг, фосфора 7,5-12 кг, калия 25-30 кг [Н.И. Володарский, 1986]. Наибольшие урожаи кукуруза дает на суглинистых и супесчаных почвах с мощными гумусовыми горизонтами. Оптимальная реакция почвенного раствора должна быть близкой к нейтральной. Усвоение элементов питания кукурузой во многом зависит от действия других факторов: температуры, водного режима, аэрации корней, соотношения элементов питания в почве и др. [Д. Шпаар, В. Шлапунов, А. Постников и др. 1999]. В современном

земледелии для повышения урожайности кукурузы большое значение имеет сортовой состав. Получение высоких урожаев возможно только при условии использования на посев семян первого поколения высокоурожайных районированных гибридов, хорошо приспособленных к условиям выращивания и положительно реагирующих на внесение удобрений и высокую агротехнику, хорошо поддающихся механизированной уборке, высоко технологичных.

Создание и внедрение в производство таких межлинейных гибридов кукурузы незамедлительно сказалось на повышении урожая этой культуры [Т.С. Чалык, С.К. Арнаут, М.И. Боровский и др., 1980]. Весьма серьезные сортовые различия по многим признакам и свойствам выдвигают на первый план необходимость составления экологического паспорта для районированного сорта или гибрида, в котором бы содержалась, возможно, большая информация о его недостатках и потенциальных возможностях. Этот паспорт должен заполняться в течение всего периода использования сорта – от изучения в селекционных питомниках до времени массового внедрения в производство. Чем больше период изучения, тем более подробная информация будет в экологическом паспорте, тем полнее использованы потенциальные возможности сорта или гибрида [Н.А. Кузьмин, Т.В. Коренев, В.В. Шевченко, 2001].

Важнейшей информацией, необходимой для составления экологического паспорта, является реакция сорта или гибрида на густоту стояния растений или норму высева. Данную информацию можно получить в процессе селекции, но при распространении гибрида в различных от исходных почвенно-климатических условиях невозможно предугадать его поведение. Поэтому необходимо изучение гибрида или сорта в различных зонах возделывания. Современные высокопродуктивные гибриды отличаются ограниченным линейным ростом после цветения. Очевидно, это способствует улучшению условий минерального питания, перераспределению ассимилянтов, так как основная их часть, образуемая в

этот период, используется семенами, а не нарастающей вегетативной массой (Т.С. Чалык, С.К. Арнаут, М.И. Боровский, 1980).

В Нечерноземной зоне очень важен такой биологический признак кукурузы как скороспелость. В данных условиях для производства зерна нужны ультраскороспелые гибриды, которые могли бы стабильно давать физиологически созревшее зерно, при доведении которого до кондиционной влажности будет использовано как можно меньше энергозатрат.

Уборочная влажность зерна играет значительную роль для продвижения кукурузы в более северные зоны возделывания. Экономические расчеты показывают, что требуемое количество энергетических ресурсов для снижения влажности зерна с 30 до 13 % превышает общее их количество, необходимое для выращивания самого зерна [В.С. Циков, В.Ф. Кивер, 1986]. Критерием для классификации форм кукурузы по скороспелости является, как правило, число дней от появления всходов до созревания зерна. По Б.П.Гурьеву [1976], физиологически созревшее зерно содержит не более 32 – 35 % влаги.

С агрономической точки зрения оптимальная густота стояния растений такая, при которой обеспечивается получение с гектара максимального урожая основной продукции данной культуры при высоком качестве и наименьших затратах труда и материальных средств. Выбор густоты стояния растений – один из наиболее важных вопросов возделывания любой сельскохозяйственной культуры [И.И. Синягин, 1975].

Кукуруза сильнее, чем многие другие культуры, отзывается на изменение площади питания. Правильным подбором ширины междурядий, количества растений на 1 погонном метре и другими мерами можно добиться существенного повышения урожая и улучшения его качества. С увеличением густоты насаждения меняется морфология растения кукурузы – уменьшается длина и ширина листовых пластинок, увеличивается высота и снижается толщина стебля. Кукуруза выросшая в условиях большого загущения, несколько меньше содержит сырого протеина, но больше сахаров, чем та,

которая выросла при увеличенной площади питания. Во 2 половине 20 века научные учреждения СССР провели много опытов по изучению площади питания кукурузы.

Растения разных видов и даже сортов имеют неодинаковую протяженность корневой системы в горизонтальном и вертикальном направлениях. Результаты наблюдений 1962 года за кукурузой на торфяной почве [И.И. Синягин, О.П. Анчихорова, 1964] показывают, что корневая система, усваивающая питательные вещества, способна распространяться в пахотном слое на довольно большое расстояние.

По наблюдениям П.П. Ковальчука [1967], при посеве кукурузы с междурядьями 140 см в середине междурядья остается зона шириной до 35 см, по существу не используемая растениями. При междурядьях в 240 см ширина этой зоны увеличивается, по меньшей мере, до 70 см. Густота стояния растений оказывает влияние на суммарную площадь листьев, что в свою очередь, влияет на продуктивность фотосинтеза. По данным Г.П. Артамоновой [1968], при густоте стояния кукурузы по 102 тыс.раст./га общая площадь листовой поверхности была вдвое больше, чем при густоте 40,8 тыс.раст./га.

Большое значение при определении величины листовой поверхности имеют сортовые особенности. Как правило, более раннеспелые сорта в первом периоде роста по суммарной листовой поверхности не уступают, а иногда и превосходят позднеспелые формы, но к концу вегетации преимущество последних бывает выражено не очень отчетливо. Эти данные подтверждают исследования И.С. Шатилова и А.Г. Замараева [1965] на кукурузе. Раннеспелый сорт Московская 3 в начале вегетации не уступала более позднеспелым формам, однако к концу августа имела более чем вдвое меньшую поверхность листьев по сравнению с позднеспелой Одесская 10. У кукурузы часто суммарная площадь листьев прямо пропорциональна числу растений. Этой особенностью объясняется очень большое увеличение урожая зеленой массы кукурузы при загущении. В результате опытов,

проведенных И.И. Синягиным [1975], было выяснено, что прибавка урожая от увеличения густоты насаждения правильно возрастает с повышением нормы удобрений. В данном опыте повышение урожая початков ограничилось густотой в 55,5 тыс.раст./га. При большем загущении сбор початков уменьшался.

В опытах И.С. Шатилова и А.Г. Замараева [1965], проведенных на очень высоком агротехническом фоне, четко выявилось повышение урожая кукурузы по мере увеличения до определенного оптимума густоты стояния. Для общего урожая сухого вещества таким оптимумом в условиях благоприятных лет было 222 тыс.раст., а в условиях года с недостатком осадков – 111 тыс.растений на 1 га.

В.Н. Васильев и Л.Н. Хмелевская [1967] на Восточно – Казахстанской опытной станции изучали различные варианты пунктирного посева кукурузы. Ширина междурядий во всех случаях была 70 см, а на 1 га размещалось 70-75 тыс., 100-105 и 140-145 тыс. растений. При этом замечено сильное полегание загущенных посевов. У этих же посевов задерживалось прохождение отдельных фаз развития и меньше образовывалось початков. Поэтому, несмотря на значительное увеличение количества зеленой массы, по сбору кормовых единиц с 1 га загущенные посевы сравнительно немного превосходили посевы с пониженной густотой стояния. Основываясь на результатах опытов, В.Н. Васильев и Л.Н. Хмелевская для своей зоны рекомендуют пунктирные посевы гибрида Днепровский 56 с густотой стояния 70 -80 тыс. растений, а для Буковинского 3 и Краснодарского 1/49 по 80 – 100 тыс. растений на 1 га.

Густота посева является индивидуальным фактором для каждого гибрида, общих почвенно-климатических условий местности и особенностей года. Она зависит от направления использования (кукуруза на силос, на зерно), также от группы спелости, типа гибрида по росту (раскидистый или компактный типы), и от водоснабжения. Оптимальная густота растений для условий средней Европы приведена в таблице 8.

Для кукурузы на зерно рекомендуется густота на 1 м² меньше, чем для кукурузы на силос. При выборе густоты стояния необходимо учитывать почвенно-климатические условия, высоту растений и группу спелости гибрида кукурузы.

Густота стояния растений значительно влияет на урожай и качество кукурузы на силос. Опыт, проведенный с двумя раннеспелыми сортами в Германии, показал, что в условиях, исключающих экстремальную сухую погоду, урожайность крахмальных единиц увеличивается при повышении количества растений до 14 шт. на 1 м². Но увеличение густоты ведет к худшей вызреваемости, снижению доли початков в урожае сухого вещества, процента сухого вещества и устойчивости к полеганию.

Изменение густоты стояния растений на 10% изменяет долю зерна в урожае на 1 %, уменьшение этого показателя с 10 до 8 раст/м² повышает содержание сухого вещества на 1% и концентрацию энергии на 0,1%. Поэтому выбор густоты стояния растений основан на оптимальном сочетании величины урожая и его качества.

Таблица 8 - Оптимальная густота посевов кукурузы при разных условиях выращивания, тыс.шт/га

[Д. Шпаар, В. Шлапунов, А. Постников и др., 1999].

Группа спелости (число ФАО фотосинтетическая активность организма)	Кукуруза на зерно		Кукуруза на силос	
	Снабжение влагой			
	оптимальное	критическое	оптимальное	критическое
200-220	100-110	80-90	110-120	90-110
230-250	90-100	70-80	100-110	80-100
260-290	80-90	60-70	90-100	70-90

По Д. Шпаару и В. Шлапунову, больше всего початков и сухого вещества можно получить при густоте стояния от 80 до 100 тыс.раст/га. Чем раньше

проведен посев, и чем выше плодородие почвы, тем густота стояния растений может быть больше. Надо учитывать снабжение кукурузы влагой во время вегетации и особенно ожидаемое количество осадков в июле и августе, когда ей требуется их не менее 200 мм на 1 га. Чем дальше продвигается кукуруза в северные регионы, тем густота стояния растений должна быть меньше.

За последнее десятилетие также было проведено значительное количество исследований по изучению площади питания кукурузы, но уже применительно к конкретным сортам. Опыты Т.И. Борщ [2001] показали, что увеличение густоты стояния растений раннеспелого гибрида Корн 180 СВ и среднераннего гибрида Ньютон с 60 до 90 тыс.шт/га, а также среднеспелого гибрида РИК 340 МВ и среднепозднего гибрида Петрик с 40 до 70 тыс.шт/га вызывает увеличение межфазных периодов вегетации, уменьшение количества початков на 100 растений, зерен в початках, их массы. Также Т.И. Борщ и В.Н. Багринцева указывают, что при посеве гибридов кукурузы Катерина СВ и Ньютон в условиях достаточного увлажнения Ставропольского края на черноземе обыкновенном увеличение густоты стояния растений с 60 до 80 тыс.шт/га обеспечивало прибавку урожая при благоприятных погодных условиях в 1997 году и вызывало снижение урожая зерна при недостатке осадков в 1998 и 1999 году [Т.И. Борщ, В.Н. Багринцева, 2002].

Исследования, проведенные Ю.А. Слюдеевым в 1997-1999 гг., показали, что для гибридов Порумбень 140, Порумбень 173 и Нарт 150 СВ при возделывании их на зерно на черноземе выщелоченном в условиях Рязанской области наиболее выгодной оказалась густота стояния растений в 60 – 80 тыс.шт/га [Н.А. Кузьмин, Н.М. Волков, Ю.А. Слюдеев, 2000; Ю.А. Слюдеев, 2003]. Материалы опытов и производственной практики позволяют сделать вывод о том, что площади питания кукурузы необходимо дифференцировать с учетом, как особенностей различных форм этого растения, так и условий выращивания.

Глава 3. Особенности влияния наноразмерных металлов на лекарственные растения

Исследование было выполнено на лекарственных растениях: горец птичий сем. Гречишные, лапчатка гусиная сем. Розоцветные; и кормовых культурах: вике – сем. Бобовые и кукурузе, сем. Злаковые. Семена данных растений перед посадкой были обработаны ультрадисперсными порошками металлов (УДПМ): железа (Fe), кобальта (Co) и меди (Cu), полученные из института металлургии и металловедения имени А.А. Байкова РАН в виде растворов, содержащих 0,5 г ультрадисперсного порошка каждого металла в 300 мл воды.

Изучалось накопление и строение таких биополимеров как водорастворимые полисахариды, белки, жиры и влияние на их свойства нанокристаллических металлов железа, кобальта, меди, а также воздействие УДПМ на физиологические и биохимические показатели животных.

Полевые исследования на лекарственных кормовых растениях проводили на серых лесных почвах в учебно-опытном хозяйстве «Стенькино» в 1999-2009 гг., и в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области на раннеспелом трехлинейном гибриде кукурузы первого поколения «Катерина СВ» в 2009- 2010 гг. (площадь посева 110 га). В учебно-опытном хозяйстве «Стенькино» в 1999-2004 гг. были заложены опыты с целью выявления оптимальных концентраций УДП железа, кобальта и меди для предпосевной обработки семян растений. Опыты выполнены в 3-х кратной повторности во времени. В 2004-2009 гг. изучалось действие УДПМ на некоторые функции растений в последующих поколениях.

3.1 Методика обработки семян растений ультрадисперсными порошками

Семена перед высевом опрыскивали водной суспензией УДПМ размером частиц 20–30 нм. Суспензию готовили согласно ТУ 931800-4270760-96 в ультразвуковой ванне (модель ПСБ-5735-5). После обработки УДПМ в воде ультразвуком, семена растений обрабатывались за 12-24 часа перед посевом рабочим раствором из расчета 150 мл раствора на гектарную норму посева семян. При этом расход препаратов УДПМ составлял 0,02 г, 0,03 г, 0,048 г и 0,08 г на гектарную норму посева. Указанные дозы были рассчитаны, исходя из ранее полученных экспериментальных данных, обуславливающих наилучшие показатели урожая и качества сельскохозяйственной продукции, а также на основе допустимых значений, указанных разработчиками УДПМ (до 5 г на тонну семян в зависимости от культуры) [Л.В. Коваленко, Г.Э. Фолманис, 2006].

Схема опытов включала следующие варианты:

1. Контроль (семена смачивались дистиллированной водой).
2. Обработка семян УДП-Fe , УДП-Co, УДП-Cu в дозе 0,012 г.
3. Обработка семян УДП-Fe, УДП-Co, УДП-Cu в дозе 0,03 г.
4. Обработка семян УДП- Fe, УДП-Co, УДП-Cu в дозе 0,048 г.
5. Обработка семян УДП- Fe, УДП-Co, УДП-Cu в дозе 0,080 г.

Полевые опыты закладывались согласно «Методике полевого опыта» [Б.А. Доспехов, 1985]. В учебно-опытном хозяйстве «Стенькино» почва опытного участка - серая лесная, по механическому составу средний суглинок. Мощность пахотного слоя 22-24 см, содержание гумуса больше 2,93%, рН солевой вытяжки 5,5. Обеспеченность элементами питания подвижным фосфором и калием – 1,1 и 1,5 мг на кг почвы; меди – 17,3 мг; кобальта – 1,2 г на кг почвы. Посевная площадь делянки 75 м², учетная - 50 м², повторность четырехкратная. Норма посева 3 млн. всхожих семян на 1 га, глубина заделки 2-3 см.

Почва опытного поля ООО «Авангард» - чернозем выщелоченный тяжело-суглинистого механического состава, плотностью 1,1-1,2 г/см при мощности пахотного слоя от 30 до 35 см. Содержание гумуса в пахотном слое 5,9%, реакция почвенного раствора средне- и слабокислая (рН - 4,9 – 5,4), обеспеченность подвижным фосфором – 1,22 мг/кг, калием – 1,43 мг/кг. Загрязненность почвы свинцом, кадмием и железом находилась на уровне $14,1 \pm 0,22$, $0,12 \pm 0,01$ и $42,3 \pm 0,38$ мг/кг соответственно.

Уборка урожая производилась с учетной площади делянок, пересчитываясь в ц с 1 га зеленой массы. Для определения содержания сухого вещества с каждого варианта отбирались три пробы по 1 кг зеленой массы, которые помещались в марлевые мешочки и высушивались в проветриваемом помещении до постоянного веса.

В течение вегетации проводились и определялись следующие показатели:

1. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводились по всем вариантам опыта. За начало фазы принимался день, когда в данную фазу вступило не менее 10-15% растений, за полное наступление фазы – не менее 75%.
2. Учет густоты стояния растений проводился в фазу 4-5 листьев и перед уборкой урожая.
3. Определение площади листьев осуществлялось с помощью метода площадок или шаблонов [Н.А.Кузьмин и др., 1998]. Использовалась формула: $B(1\text{ м}^2) = A/a \text{ дм}^2$, где
В – площадь листьев с 1 м²;
А – масса листьев с 1 м²;
а – масса листьев с 1 дм².
4. Урожайность растений и семян определялась путем уборки растений с учетной делянки и взвешивания.
5. Урожайность зерна кукурузы определялась путем сбора и обмолота початков с последующим пересчетом на кондиционную влажность (14 %) и 100 % чистоту.

6. Спелость початков определялась во время уборки органолептическим методом.

7. Влажность на момент уборки определялась с помощью лабораторных анализов.

Чистую продуктивность фотосинтеза или «нетто-ассимиляцию» растений рассчитывали по формуле [А.А. Ничипорович и др., 1961; Н.Н. Третьяков, 1982].

$$ЧПФ = \frac{B_2 - B_1}{1/2(L_1 + L_2) \cdot n},$$

где ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза (в г/м² · сушки);

B_1 и B_2 – сухая масса растений в начале и конце учетного периода;

$(B_2 - B_1)$ – прирост сухой массы в течении n дней;

L_1 и L_2 – площадь листьев в начале и конце периода, м²;

$1/2(L_1 + L_2)$ – средняя работавшая площадь листьев за время опыта;

n – число дней между последовательными сроками наблюдения.

3.2 Влияние УДПМ на биометрические показатели лекарственных растений

Экспериментальная работа проводилась с 1999 по 2010 годы в почвенно-климатических условиях Рязанской области, расположенной в центре Нечерноземной зоны Европейской части России. Развитие почв Рязанской области протекает под действием, главным образом, подзолистого и дернового процессов, происходящих при непрерывном участии лесной и травянистой растительности. Основными зональными типами почв в области являются: дерново-подзолистые – 20,6%, серые лесные – 23,6%, черноземы – 23,4% территории. Широко распространены болотно-подзолистые – 7,9% и болотистые почвы 5,6%. Пойменные почвы занимают 10% площади. Всего на территории области встречается более 230 почвенных разновидностей. В центральной части области преобладают серые лесные почвы на покровных глинах и суглинках, в южной – черноземы оподзоленные и выщелоченные. В

северной и восточной частях области распространены дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся большей частью на песках и реже на суглинистой морене.

Преобладающими являются глинистые и тяжелосуглинистые почвы – 1385,2 тыс. га; средне – и легкосуглинистые - 1242,7 тыс. га; песчаные и супесчаные почвы - 1028,0 тыс. га. Климат области типичен для средней полосы Европейской части России: с умеренно холодной осенью, относительной холодной, снежной и продолжительной зимой, длительной весной и теплым, нередко жарким летом. Агроклиматические условия области неоднородны. Средняя температура воздуха самого теплого месяца – июля колеблется от 18,5-19,5⁰С, холодного – января –10,5-11,5⁰С. Годовая амплитуда средних месячных температур воздуха – 30,0-30,5⁰С. Наибольшее количество осадков выпадает в июле, осадки в летний период имеют ливневый характер.

Таблица 9 - Агрохимические показатели опытного участка серой лесной почвы учхоза «Стенькино»

Компоненты почвы	Содержание
Гумус, %	2,33±0,03
рН, КСl	5,50±0,04
Нг, мг-экв/100 г почвы	3,37±0,01
S, мг-экв/ 100 г почвы	15,95±0,20
V, %	82,0±0,50
P (фосфор), мг/100 г почвы	12,2±0,30
K (калий), мг/100 г почвы	14,2±0,10
Подвижные формы Cu (1н HCl), мг/кг почвы	17,0±0,20
Подвижные формы Co (0,1н HNO ₃), мг/кг почвы	1,2±0,04
Fe ₂ O ₃ , %	2±0,05

Основной эксперимент проводился в учебном хозяйстве Рязанского государственного агротехнологического университета «Стенькино» (таблица 9) и в ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области (таблица 10). Одним из важнейших показателей, характеризующих биологическое состояние семян, являются посевные качества, то есть энергия прорастания, лабораторная всхожесть, сила роста и другие. Эти показатели отражают не только скорость прорастания семян, их способность давать жизнеспособные всходы и преодолевать сопротивление почвы, но и косвенно указывают на уровень обменных процессов, протекающих в семенах и проростках. В связи с чем, изучение закономерностей, связанных с ответной реакцией семян на предпосевную обработку УДПМ, позволяет оценить эффективность их действия. Изучение влияния различных доз УДПМ позволяет прогнозировать и управлять процессами роста и развития растений.

Таблица 10 - Агрохимические показатели опытного участка чернозема
выщелоченного ООО «Авангард»

Показатели	Содержание
pH	5,5
P (фосфор), мг/100 г почвы	12,2±0,040
K (калий), мг/100 г почвы	14,1±0,033
Гумус, %	3,2±1,00
Fe (железо), %	5,0±0,500
Подвижные формы Cu (1н HCl), мг/кг почвы	17,0±0,040
Подвижные формы Co (0,1н HNO ₃), мг/кг почвы	1,2±0,044
Zn (цинк), мг/кг почвы	0,93±0.003
Pb (свинец), мг/кг почвы	14,1±0,060
Cd (кадмий), мг/кг почвы	2,1±0,040

Интенсивность начальных ростовых процессов при прорастании семян является важным комплексным критерием, отражающим биохимические и энергетические процессы, протекающие при расщеплении запасных питательных веществ, идущих на формирование проростка.

Результаты данных исследований свидетельствуют о способности УДПМ стимулировать ростовые процессы различных растений (таблица 11).

Обработка семян лапчатки гусиной УДП железа и УДП меди способствовала достоверному изменению биопараметров ростка и корешка.

Таблица 11 - Влияние различных доз УДПМ на биометрию пятисуточных проростков лапчатки гусиной

№ п/п	Варианты	Длина корешка, мм	Длина ростка, мм
		$M \pm m$	$M \pm m$
1	Контроль	$13,3 \pm 1,0$	$10,2 \pm 0,7$
2	УДП-Fe в дозе 0,012 г	$15,0 \pm 1,2$	$11,7 \pm 0,9$
3	УДП-Fe в дозе 0,03 г	$19,7 \pm 1,3^*$	$16,2 \pm 0,8^*$
4	УДП-Fe в дозе 0,048 г	$16,9 \pm 1,5$	$14,5 \pm 1,3$
5	УДП- Cu в дозе 0,012 г	$15,3 \pm 1,1$	$13,8 \pm 1,2$
6	УДП-Cu в дозе 0,03 г	$21,1 \pm 1,3^*$	$18,6 \pm 1,3^*$
7	УДП-Cu в дозе 0,048 г	$19,4 \pm 0,9^*$	$16,9 \pm 1,4^*$

* - различия достоверны для $P \geq 0,95$

При обработке семян горца птичьего УДП кобальта данные показатели изменялись в меньшей степени при их сравнении с контролем (таблица 12).

Видимо уже на ранних этапах прорастания семян УДПМ, находящиеся на поверхности семенных оболочек, в силу высокой диффузионной способности проникают во внутриклеточные структуры корней и ростков.

В процессе гетеротрофного питания, когда осуществляется распад запасных питательных веществ за счет гидролитических ферментов и осуществляются окислительно-восстановительные процессы, экзогенные металлы включаются в состав медь - и железосодержащих ферментов (пероксидаз, полифенолоксидаз, цитохромов). Кобальт же на этапе прорастания или не столь активно включается в активные центры ферментов, или его концентрация в малых объемах биоструктур имеет депрессивный характер воздействия на рост и развитие данной культуры.

Таблица 12 - Влияние доз различных УДПМ на биометрию пятисуточных проростков горца птичьего

№ п/п	Варианты	Длина корешка, мм	Длина ростка, мм
		$M \pm m$	$M \pm m$
1	Контроль	$13,3 \pm 1,0$	$10,2 \pm 0,7$
2	УДП-Со в дозе 0,012 г	$13,0 \pm 0,9$	$11,1 \pm 0,9$
3	УДП-Со в дозе 0,03 г	$13,8 \pm 0,8$	$10,4 \pm 0,8$
4	УДП-Со в дозе 0,048 г	$13,6 \pm 1,0$	$10,7 \pm 0,5$

* - различия достоверны для $P \geq 0,95$

Предпосевная обработка семян лекарственных растений УДП железа и меди, кобальта в меньшей степени, в дозах 0,03 - 0,048 г на гектарную норму высева способствовала достоверному повышению энергии прорастания семян. В опытных вариантах энергия прорастания под действием УДП железа и меди превышала контроль на 6-9%, для УДЛ кобальта на 2%.

Таким образом, высокореакционные железо и медь активно включались в ферментативные процессы по расщеплению запасных

питательных веществ, обеспечивая их энергичное прорастание. Это позволяет рассматривать предпосевную обработку семян УДПМ как важный агрономический прием подготовки семян к посеву.

3.3 Действие УДПМ на всхожесть, процессы фотосинтеза и накопление биологически активных соединений

Проблема повышения полевой всхожести семян различных культур важна, так как с ростом всхожести связывают активизацию роста и развития растений, а также повышение продуктивности растений и их устойчивости к экстремальным экологическим факторам.

Таблица 13 - Действие предпосевной обработки семян УДПМ на полевую всхожесть (%) лапчатки гусиной

№ п/п	<i>Варианты</i>	1999	2000	2001	2002	Среднее за 4 года
		Фаза роста (появление листа)				
1	Контроль	61	55	74	70	65,0
2	УДП-Fe в дозе 0,012 г	62	56	78	72	67,0
3	УДП-Fe в дозе 0,03 г	67	58	81	78	71,0
4	УДП-Fe в дозе 0,048 г	65	58	79	75	69,2
5	УДП-Со в дозе 0,012 г	58	55	76	64	63,3
6	УДП-Со в дозе 0,03 г	60	49	78	70	64,3
7	УДП-Со в дозе 0,048 г	59	48	75	64	61,5
8	УДП- Cu в дозе 0,012 г	61	62	78	76	69,2
9	УДП-Сu в дозе 0,03 г	60	65	82	75	70,5
10	УДП-Сu в дозе 0,048 г	63	66	79	75	70,8

Предпосевная обработка семян лапчатки гусиной УДП железа и УДП меди (таблица 13) вызывала примерно одинаковое по величине повышение полевой всхожести по сравнению с контролем и составляла от 5 до 10%.

Наибольший эффект отмечался при обработке семян УДП железа и УДП меди в дозе 0,03 г. Увеличение полевой всхожести до 10% в варианте с медью, очевидно, объясняется тем, что год характеризовался острым дефицитом влаги в почве, а медь способствует повышению устойчивости проростков к недостатку влаги.

Предпосевная обработка семян УДПМ, стимулируя нарастание листового аппарата, оказала положительное влияние и на продуктивность фотосинтеза (таблица 14).

Таблица 14 - Действие предпосевной обработки УДПМ семян лапчатки гусиной на продуктивность фотосинтеза (фаза цветения)

№ п/п	Варианты	2000	2001	2002	Среднее за 3 года	
		$\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ сутки	$\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ сутки	$\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ сутки	$\frac{\text{г}}{\text{м}^2}$ сутки	% к контр.
1	Контроль	7,8±0,20	13,3±0,98	11,0±0,75	10,1	100,0
2	УДП-Fe в дозе 0,012 г	8,1±0,24	14,7±0,46	11,5±0,17	10,9	107,9
3	УДП-Fe в дозе 0,03 г	8,5±0,29	17,0*±0,87	14,2*±0,94	12,5	122,5
4	УДП-Fe в дозе 0,048 г	8,8±0,48	16,5*±0,57	14,0*±1,02	12,3	120,6
5	УДП-Co в дозе 0,012 г	7,9±0,37	13,4±1,03	14,1*±0,86	11,0	107,8
6	УДП-Co в дозе 0,03 г	8,3*±0,25	16,1±1,01	13,2±1,14	11,8	115,3
7	УДП-Co в дозе 0,048 г	8,1±0,41	16,2*±0,91	13,2±0,76	11,8	115,7
8	УДП-Cu в дозе 0,012 г	9,5*±0,48	15,4±1,12	11,3±0,84	11,3	110,8
9	УДП-Cu в дозе 0,03 г	10,3*±0,53	16,3*±0,96	13,5*±0,73	12,4	121,6
10	УДП-Cu в дозе 0,048 г	10,1*±0,42	16,4±1,15	13,7*±0,68	12,4	121,3

* различия достоверны для $P \geq 0,95$

Следовательно, УДП железа и УДП меди активизируют фотосинтетические процессы за счет их включения в железо- и медьсодержащие ферменты, ответственные за фотосинтез.

Если наибольших значений данный показатель от применения УДП железа достигался в 2001 (благоприятном по погодным условиям) и 2002 (удовлетворительном) годах и составлял 24,1-29,1%, то УДП меди способствовал значительному увеличению продуктивности фотосинтеза даже в жарком, сухом 2000 году. Предпосевная обработка семян УДП кобальта в меньшей степени изменила продуктивность фотосинтеза в сторону увеличения.

Средние данные за 3 года исследования свидетельствуют о росте продуктивности фотосинтеза по сравнению с контролем на 20,6–22,5%.

Предпосевная обработка семян вики проводилась в мае 1999-2002 гг. следующим образом: семена замачивались водными растворами УДПМ, взятых в соотношении 1:100, в течение 10 минут. Контроль замачивался в дистиллированной воде. После этого, семена сразу же были высеяны на опытном поле учхоза «Стенькино». Опыт закладывался методом рендомизированных повторений. Наблюдения проводились в течение всего вегетационного периода.

В результате проведенных исследований было установлено положительное влияние предпосевной обработки семян вики УДПМ на их полевую всхожесть, так же активно отмечалась активизация линейного роста растений. Наиболее существенная – с УДП кобальта, несколько меньшая с применением УДП железа, что составляет в среднем 15-20% по отношению к контролю.

Определение динамики накопления зеленой массы вики (2000 – 2002 гг.) в фазу цветения выявило, что наибольший эффект оказали УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г на 12 кг семян за все время исследований.

В среднем, за 3 года, максимальное накопление зеленой массы отмечалось в варианте с УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г и превышало контроль, соответственно, на 56 и 62,3 ц/га или 25,5 и 32,1%.

УДПМ не только изменяли динамику нарастания зеленой массы, но и способствовали изменению химического состава растений. Результаты исследований по определению содержания важнейших качественных показателей зеленой массы (2000–2002 гг.) представлены в таблице 15.

Из таблицы 15 следует, что предпосевная обработка семян УДП всех применяемых металлов в дозах 0,03 г - 0,048 г способствовала увеличению протеина на 40-47% в зависимости от металла. Максимальное содержание протеина было в вариантах с обработкой семян УДП кобальта, который, участвуя в азотном и белковом обмене, способствует синтезу протеинов.

Следует отметить, что в вариантах с повышенным содержанием протеина в растениях наблюдается тенденция к снижению содержания в зеленой массе сырой клетчатки. Это объясняется тем, что в данных вариантах протекают наиболее интенсивно ростовые процессы, а следовательно, происходит новообразование тканей, в которых содержание клетчатки всегда будет меньше, чем в более старых. Существенных различий по вариантам в содержании фосфора и кальция не выявлено.

При этом содержание в растениях тех микроэлементов, которые использовались для обработки семян, практически не изменилось. Так, абсолютное содержание железа в растениях вики колебалось в диапазоне 51,0-55,5 мг/кг сухого вещества в опытных вариантах, а в контроле – 53,4 мг/кг сухого вещества. еще меньшим диапазон колебаний был в содержании кобальта – в опытных растениях 0,12-0,17 мг/кг сухого вещества, в контроле 0,11 мг/кг сухого вещества.

Таблица 15 - Действие предпосевной обработки семян УДПМ на химический состав зеленой массы горца птичьего, %

Варианты	Среднее значение за 3 года					
	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	БЭВ
Контроль	16,9 ±0,002*	34,0 ±0,004	9,1 ±0,001	1,48 ±0,004	0,17 ±0,003*	28,5 ±0,4
УДП-Fe в дозе 0,012 г	20,3 ±0,003	32,0 ±0,002*	8,5 ±0,003*	1,42 ±0,001	0,15 ±0,002	27,3 ±0,1
УДП-Fe в дозе 0,03 г	23,9 ±0,001	31,9 ±0,002*	8,9 ±0,002	1,46 ±0,002*	0,17 ±0,004	26,2 ±0,2
УДП-Fe в дозе 0,048 г	24,5 ±0,004*	31,2 ±0,003	8,8 ±0,004	1,43 ±0,003*	0,18 ±0,001	29,4 ±0,3
УДП-Со в дозе 0,012 г	27,5 ±0,003	29,0 ±0,001*	8,9 ±0,003*	1,4 ±0,001	0,18 ±0,002	27,5 ±0,1
УДП-Со в дозе 0,03 г	22,75 ±0,004	30,5 ±0,004*	8,7 ±0,001	1,23 ±0,002*	0,19 ±0,003	26,9 ±0,3
УДП-Со в дозе 0,048 г	26,4 ±0,003*	28,5 ±0,001*	9,1 ±0,004	1,15 ±0,003	0,2 ±0,001	28,0 ±0,1

Примечание: * - $P \leq 0,05$

Питательная ценность зеленой массы растений определяется не только уровнем содержания протеинов, углеводов, но и количеством физиологически активных веществ, и, в частности, аскорбиновой кислоты (витамина С), которая повышает устойчивость организма животных к заболеваниям в результате окисления данного витамина под действием фермента аскорбатоксидазы. Результаты наших исследований показали, что предпосевная обработка семян лекарственных растений (лапчатка гусиная) УДПМ способствовала увеличению содержания аскорбиновой кислоты по сравнению с контрольным вариантом (таблица 16), что объясняется

активным участием металлов в окислительно-восстановительных реакциях, кроме этого, медь входит в состав фермента аскорбатоксидазы.

В фазу цветения максимальное содержание витамина С (таблица 16) отмечалось при обработке семян УДП меди в дозе 0,03 г, превышение к контролю составило 36,7%. В условиях жаркого, сухого 2000 года абсолютное содержание витамина С, как в контрольном, так и в опытных вариантах, было несколько меньше, чем в 1999 году. Это согласуется с общеизвестным утверждением, согласно которого пониженная температура и повышенная влажность увеличивают накопление аскорбиновой кислоты в растениях [В.Г. Минеев и др., 2001].

Каротин так же является одним из важнейших качественных показателей зеленых и сочных кормов, как провитамин А, он участвует в разнообразных физиологических процессах, протекающих в животном организме – росте, устойчивости к болезням, молочной продуктивности и т.д.

В фазе бутонизации наибольшее количество каротина содержалось в растениях, выращенных из семян, обработанных УДП кобальта (на 40% выше, чем в контроле), а при обработке семян УДП железа и УДП меди содержания каротина в растениях превышало контроль от 10,9 до 20,0 %, в зависимости от доз препарата (таблица 17).

В фазу цветения, относительное содержание каротина было значительно выше. Так, в вариантах с УДП кобальта, уровень каротина повысился по отношению к контролю на 41,3 – 50 %, в вариантах с УДП меди – на 26,1 – 32,6 % и с УДП железа – на 23,9 – 32,6 %.

В 2000 году абсолютное содержание каротина, как в контрольном, так и в опытных вариантах, было на 15 – 24 мг/кг ниже, чем в 1999 году, что объясняется экстремальными погодными условиями 2000 года (засуха, жара и высокий уровень инсоляции).

Таблица 16 - Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в зеленой массе лапчатки гусиной при предпосевной обработке семян УДПМ, мг/кг

№ п/п	Варианты	1999		2000		Среднее за 2 года					
		Фаза роста и развития									
		бутониз.	цветение	бутониз.	цветение	бутониз.		цветение			
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	% к контр	мг/кг	% к контр		
1	Контроль	901 ±68	915 ±61	847 ±45	816 ±38	874,0	100,0	865,5	100,0		
2	УДП-Fe в дозе 0,012 г	952 ±49	977 ±101	908 ±85	886 ±70	930,0	106,4	941,5	108,8		
3	УДП-Fe в дозе 0,03 г	1110* ±61	1161* ±77	994 ±93	975* ±53	1152,0	120,4	1068,0	123,4		
4	УДП-Fe в дозе 0,048 г	1170* ±56	1112 ±105	876 ±64	843 ±76	1023,0	117,0	977,5	112,9		
5	УДП-Со в дозе 0,012 г	970 ±84	1033 ±67	915 ±84	905 ±64	942,5	107,8	969,0	111,9		
6	УДП-Со в дозе 0,03 г	1144* ±72	1179* ±81	1005* ±51	930 ±71	1074,5	122,9	1054,5	121,8		
7	УДП-Со в дозе 0,048 г	1139* ±59	1175 ±93	981 ±86	933 ±73	1060,0	121,3	1054,5	121,8		
8	УДП- Cu в дозе 0,012 г	973 ±67	1077 ±64	985 ±104	951 ±62	1014,0	116,0	1014,0	117,2		
9	УДП-Сu в дозе 0,03 г	1232* ±95	1182* ±85	1108* ±71	1093* ±84	1170,0	133,8	1137,0	131,4		
10	УДП-Сu в дозе 0,048 г	968 ±53	1180* ±67	1170* ±92	1088* ±75	1069,0	122,3	1134,0	131,0		

* различия достоверны для $P \geq 0,95$

Таблица 17 - Влияние предпосевной обработки семян УДПМ на содержание каротина в надземных частях лапчатки гусиной

№ п/п	Варианты	1999		2000		Среднее за 2 года			
		Фаза роста и развития							
		бутони- зация	цвете- ние	бутони- зация	цветение	бутонизация		цветение	
		мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	% к контр	мг/кг	% к контр
1	Контроль	55±3	46±4	43±3	38±4	49,0	100,0	42,0	100,0
2	УДП-Fe в дозе 0,012 г	57±2	49±4	48±3	39±3	52,5	107,1	44,0	104,8
3	УДП-Fe в дозе 0,03 г	64*±3	61*±5	49±4	45±5	56,5	115,3	53,0	126,2
4	УДП-Fe в дозе 0,048 г	61±4	57±4	47±5	41±3	54,0	110,2	49,0	116,7
5	УДП-Со в дозе 0,012 г	72*±5	66*±5	49±5	43±4	60,5	123,5	54,5	129,8
6	УДП-Со в дозе 0,03 г	77*±7	69*±6	53*±3	50*±4	65,0	132,6	59,5	141,7
7	УДП-Со в дозе 0,048 г	71*±4	65*±6	51±4	45±5	61,0	124,5	55,0	130,9
8	УДП- Cu в дозе 0,012 г	63±4	58±4	47±4	40±2	55,0	112,2	49,0	116,7
9	УДП-Сu в дозе 0,03 г	66*±3	62*±5	48±3	43±5	57	116,3	52,5	125,0
10	УДП-Сu в дозе 0,048 г	64±5	61±6	50±4	44±3	57	116,3	52,5	125,0

* различия достоверны для $P \geq 0,95$

При этом, так же как и в 1999 году, от фазы бутонизации к фазе цветения наблюдалась тенденция в сторону уменьшения содержания каротина. Это объясняется подвяданием и засыханием листьев нижних ярусов.

В условиях 2000 года наиболее высокий уровень каротина был так же в вариантах с УДП кобальта и превышение содержания каротина к контролю составило по фазам роста и развития 13,1 – 31,6%. В вариантах с УДП железа и УДП меди количество каротина было выше, чем в контроле на 11,6 – 18,4%.

В среднем за два года исследований, наибольшее содержание аскорбиновой кислоты в опытных вариантах с УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г. Максимальное содержание этого витамина отмечалось при обработке семян УДП кобальта в дозе 0,03 г и превышало контроль в 3-4 раза, а для УДП железа в 1,5 раза.

В 1999 году, как и в 2000 году, наибольшее количество каротина содержалось в растениях, выращенных из семян, обработанных УДП кобальта. Содержания каротина относительно контроля увеличилось в 4,0 – 4,5 раза. В вариантах с УДП железа количество каротина было выше, чем в контроле в 1,5 раза.

Значительное превышение показателей по сравнению с контролем вероятно можно объяснить тем, что включение металлов в обмен веществ позволяет поддерживать на более высоком уровне метаболические процессы и, соответственно, обеспечивать повышенный уровень физиологически активных веществ, к которым относится каротин и витамин С.

3.4 Влияние УДПМ на содержание минеральных веществ в почве и в зеленой массе растений

Обработка семян лекарственных растений лапчатка гусиная и горец птичий УДПМ перед посадкой не влияет на содержание данных элементов в почве. Химический анализ почвы в учебно-опытном хозяйстве «Стенькино» в 1999-2009 гг. на содержание железа, меди и кобальта после уборки урожая показал, что их уровень практически не изменялся, не зависимо от видов и доз УДПМ и был на уровне контроля (таблица 18).

Таблица 18 - Содержание микроэлементов в почве после уборки горца птичьего, мг/кг

Группы		2000 г	2001 г	2002 г	2003 г
УДП Fe	до посева	17,33*	17,10	17,40	16,90
	после уборки	17,29	17,19	17,43	17,10
УДП Cu	до посева	17,11**	16,90	17,20	17,10
	после уборки	17,20	17,00	17,13	17,12
УДП Co	до посева	1,33***	1,39	1,30	1,32
	после уборки	1,23	1,33	1,30	1,29

*НСР_{0,05} 0,23, ** НСР_{0,05} 0,21, *** НСР_{0,05} 0,11
 Для серых лесных почв ОДК_{Си} – 66,0 ОДК_{Со} – 5,0

Следовательно, металлы в ультрадисперсном состоянии обладают высокой адсорбционной способностью, не ссыпаются с поверхности семян при посадке и не загрязняют почву.

Применение нанопорошка железа для обработки семян перед посевом не влияет на основные показатели почвы опытного участка. Те изменения, которые наблюдались в процессе и отражены в таблице, незначительны и могут находиться в пределах ошибки опыта. Что особенно важно, не происходит накопления солей железа и тяжелых металлов, что говорит об

отсутствии кумулятивных свойств используемого препарата и его экологической безопасности.

Таблица 19 - Содержание микроэлементов (средние значения) в почве после уборки лапчатки гусиной (мг/кг)

№	Вариант	Cu	Co
1.	Контроль	17,30	1,33
2.	УДП-Fe в дозе 0,012 г	17,36	1,23
3.	УДП-Fe в дозе 0,03 г	17,40*	1,30
4.	УДП-Fe в дозе 0,048 г	17,36	1,26
5.	УДП-Co в дозе 0,012 г	17,30	1,26
6.	УДП-Co в дозе 0,03 г	17,17**	1,36
7.	УДП-Co в дозе 0,048 г	17,43	1,36
8.	УДП- Cu в дозе 0,012 г	17,10	1,36
9.	УДП-Cu в дозе 0,03 г	17,33	1,36
10.	УДП-Cu в дозе 0,048 г	17,20	1,33

*НСР_{0,05} 0,23, ** НСР_{0,05} 0,11

Для серых лесных почв ОДК_{Cu} – 66,0 ОДК_{Co} – 5,0 (Госкомсанэпиднадзор России, М., 1995. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах установлены Гигиеническими нормативами ГН 2.1.7. 020-94.)

Еще меньшим диапазон колебаний был в содержании меди и кобальта опытных растений, по меди он составлял 8,9 – 7,4 и кобальту 0,19 – 0,12 мг/кг сухого вещества, что не позволяет выявить каких-либо закономерностей по опытным вариантам. Следовательно, УДПМ, обеспечивали стимуляцию роста растений под действием высоко химически - реакционных УДПМ, нанесенных на семена, причем сами элементы не накапливаются в растениях, наоборот, наблюдается некоторое уменьшение их количества.

Следовательно, УДПМ, не накапливаясь в растениях, ускоряют начальные ростовые процессы и стимулируют все стадии роста и развития растений на уровне энергетических взаимодействий. Можно предположить, что УДПМ изменяют деятельность ферментов, белков, витаминов и других биологически активных веществ, включающих микроэлементы или чувствительных к изменению их концентраций в окружающей среде.

Предполагалось под действием нанокристаллических металлов идут изменения не только в содержании микроэлементов, но и в накоплении БАС.

Глава 4. Особенности роста и развития кормовых растений под действием УДПМ

4.1 Влияние УДП железа и кобальта на урожайность вики

Предпосевная обработка семян вики проводилась в мае 1999-2001 гг. следующим образом: семена замачивались водными растворами УДПМ взятых в соотношении 1:100 в течении 10 минут. Контроль замачивался в дистиллированной воде. После этого, семена сразу же были высеяны на опытном поле учхоза «Стенькино». Опыт закладывался методом рендомизированных повторений. Наблюдения проводились в течение всего вегетационного периода.

В результате проведенных исследований было установлено положительное влияние предпосевной обработки семян вики УДПМ на их полевую всхожесть. Наибольшая всхожесть семян вики (на 20% больше по сравнению с контролем) обеспечивается УДП железа и УДП кобальта средней концентрации (0,03 г на 120 кг семян). Следовательно, микроэлементы в форме ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ) железа и кобальта, стимулируя начальные процессы, активно включались в метаболические процессы на этапе набухания семян и их гетеротрофного питания. Не менее важным показателем является линейный рост растений,

который косвенно характеризует интенсивность деления и растяжения клеток. С этим показателем тесно коррелирует масса и объем органов растения.

В 1999 и 2001 году, которые были благоприятны для роста и развития, чем 2000 год (засуха), во всех опытных вариантах отмечалась активизация линейного роста растений. Наиболее существенная – с УДП кобальта, несколько меньшая с применением УДП железа иона составила в среднем на 15-20% по отношению к контролю.

Определение динамики накопления зеленой массы вики в фазу цветения выявило, что наибольший эффект оказали УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г на 120 кг семян за все время исследований.

В среднем, за 3 года, максимальное накопление зеленой массы отмечалось в варианте с УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г и превышало контроль, соответственно, на 56 и 62,3 ц/га или 25,5 и 32,1%.

УДПМ не только изменяли динамику нарастания зеленой массы, но и способствовали изменению химического состава растений.

Результаты исследований по определению содержания важнейших качественных показателей оценки зеленой массы представлены в таблице 33.

Из таблицы 20 следует, что предпосевная обработка семян УДП всех применяемых металлов в дозах 0,03 г и 0,048 г способствовала увеличению протеина на 40 - 47% в зависимости от металла. Максимальное содержание протеина было в вариантах с обработкой семян УДП кобальта. Это указывает на то, что кобальт участвует в азотном и белковом обмене, способствуя синтезу протеинов.

Следует отметить, что в вариантах с повышенным содержанием протеина в растениях наблюдается тенденция к снижению содержания в зеленой массе сырой клетчатки. Это объясняется тем, что в данных вариантах протекают наиболее интенсивно ростовые процессы, а следовательно, происходит новообразование тканей, в которых содержание клетчатки всегда будет меньше, чем в более старых.

Существенных различий по вариантам в содержании фосфора и кальция не выявлено.

В среднем, за три года, качественные параметры зеленой массы вики под влиянием УДПМ существенно не изменялись.

Таблица 20 - Действие предпосевной обработки семян УДПМ на химический состав зеленой массы вики, %

Варианты	Среднее значение за 3 года					
	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Зола	Кальций	Фосфор	БЭВ
Контроль	16,9 ±0,002*	34,0 ±0,004	9,1 ±0,001	1,48 ±0,004	0,17 ±0,003*	28,5 ±0,4
УДП-Fe в дозе 0,012 г	20,3 ±0,003	32,0 ±0,002*	8,5 ±0,003*	1,42 ±0,001	0,15 ±0,002	27,3 ±0,1
УДП-Fe в дозе 0,03 г	23,9 ±0,001	31,9 ±0,002*	8,9 ±0,002	1,46 ±0,002*	0,17 ±0,004	26,2 ±0,2
УДП-Fe в дозе 0,048 г	24,5 ±0,004*	31,2 ±0,003	8,8 ±0,004	1,43 ±0,003*	0,18 ±0,001	29,4 ±0,3
УДП-Со в дозе 0,012 г	27,5 ±0,003	29,0 ±0,001*	8,9 ±0,003*	1,4 ±0,001	0,18 ±0,002	27,5 ±0,1
УДП-Со в дозе 0,03 г	22,75 ±0,004	30,5 ±0,004*	8,7 ±0,001	1,23 ±0,002*	0,19 ±0,003	26,9 ±0,3
УДП-Со в дозе 0,048 г	26,4 ±0,003*	28,5 ±0,001*	9,1 ±0,004	1,15 ±0,003	0,2 ±0,001	28,0 ±0,1

Примечание: * - $P \leq 0,05$

Биохимический анализ сена викового представлен в таблице 21.

Обработка семян УДП железа и кобальта вызывала увеличение содержания сырого протеина практически во всех опытных вариантах с наибольшим их содержанием в вариантах с дозой 0,03 г на 41% и 34% соответственно по сравнению с контролем. Это указывало об активации белкового и углеводного обменов в растениях вики под влиянием использования микроэлементов, а также об улучшении их кормовых качеств.

Таблица 21 - Действие предпосевной обработки семян УДПМ на химический состав сена викового (2001-2002 гг.)

Вариант	Сырой протеин %	Зола %	Кальций %	Фосфор %
Норма	$18,6 \pm 0,003^*$	$7,6 \pm 0,004^*$	-	-
Контроль	$16,9 \pm 0,002$	$9,1 \pm 0,005^*$	$1,48 \pm 0,002$	$0,17 \pm 0,006^*$
УДП-Fe в дозе 0,03 г	$23,9 \pm 0,004^*$	$8,9 \pm 0,003^*$	$1,46 \pm 0,004$	$0,17 \pm 0,006$
УДП-Со в дозе 0,03 г	$22,7 \pm 0,002$	$8,7 \pm 0,002$	$1,23 \pm 0,003^*$	$0,19 \pm 0,005^*$

Примечание: * - $P \leq 0,05$

При этом содержание в растениях тех микроэлементов, которые использовались для обработки семян, практически не изменилось. Так абсолютное содержание железа в растениях вики колебалось в диапазоне 51,0 – 55,5 мг/кг сухого вещества в опытных вариантах, а в контроле – 53,4 мг/кг сухого вещества. Еще меньшим диапазон колебаний был в содержании кобальта опытных растений 0,12 – 0,17 мг/кг сухого вещества, в контроле 0,11 мг/кг сухого вещества. Содержание железа и кобальта в почве до уборки урожая составило 17,3 мг/кг и 1,33 мг/кг соответственно, а после уборки – 17,36 мг/кг и 1,35 мг/кг, что не превышало контрольные значения (17,30 мг/кг для железа и 1,23 мг/кг для кобальта) и ОДК. Ориентировочно

допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах установлены Гигиеническими нормативами ГН 2. 1. 7. 020-94 (Госкомсанэпиднадзор России, М., 1995).

4.1.2 Влияние УДП железа и кобальта на содержание белка и лектиновой фракции в семенах вики

Исследованию подвергались растения контрольных участков, где семена не обрабатывались УДПМ. Сырье выращивалось на опытном поле учебного хозяйства «Стенькино». Семена вики собирались с опытных участков после окончания вегетации растения (сентябрь месяц). После чего они сушились в хорошо проветриваемом помещении и подвергались обработке.

Выделение белков из семян вики проводилось в соответствии с методикой, изложенной выше с использованием физико-химических методов анализа.

После диализа для выделения чистого лектина был использован метод афинной хроматографии на сефадекс G-150.

Присутствие (выход) лектина с колонки определялось методом гемагглютинирующей активности, который проводился на всех этапах работы. Он основан на способности лектинов склеивать эритроциты с образованием агрегатов, доступных визуальному наблюдению. Для этого с помощью 0,15 М раствора хлорида натрия готовились двухкратные разведения исследуемого лектина (проба по 0,2 мл) и затем прибавлялся равный объем 2%-ной суспензии эритроцитов. Пробы инкубировались 1-2 часа при комнатной температуре, после чего визуально оценивался титр агглютинации, последний выражался наибольшим разведением экстракта, дающего агглютинацию. В качестве агглютиногенов использовались эритроциты кролика, предварительно трижды отмытые физиологическим раствором путем центрифугирования при 1500 об/мин в течение 10 минут.

Результаты исследований представлены в таблице 22.

При изучении влияния железа на накопление белка семена растений вики были обработаны УДП с содержанием железа 0,012, 0,048 и 0,03 г.

Для выделения белка из семян вики высушенное сырьё обрабатывалось вышеизложенным способом.

Таблица 22 - Количественное содержание белка и лектиновой фракции в семенах вики (контроль, мг/л)

Участок	2000 год		2001 год	
	белок	лектин	белок	лектин
а	2,80	0,168	2,7	0,173
б	2,70	0,170	2,7	0,154
с	2,75	0,180	2,8	0,165

Аналізу подвергались семена, собранные с 3-х участков (а, б, с), площадью 12 м². Результаты количественного определения белков приведены в таблице 23.

Таблица 23 - Количественное содержание белка в семенах вики, выращенной с использованием УДП железа (мг/л)

Конц. Fe в УДП,г	2000 год				2001 год			
	а	б	с	Среднее значение	а	б	с	Среднее значение
0,012	3,4	3,5	3,4	3,43	3,6	3,5	3,6	3,57
0,03	3,5	3,3	3,4	3,4	3,6	3,5	3,5	3,53
0,048	3,1	3,0	3,2	3,1	3,0	3,1	3,0	3,03

При условии, что добавка железа улучшила внешние данные семян вики (размер, контуры, цвет и т.д.), увеличилось и содержание белка по сравнению с контролем (таблица 24) на 32%. Известно, что железо стимулирует окислительно-восстановительные процессы и ускоряет синтез белка. Содержание железа в почве до 5%, что является достаточным для синтеза биологически-активных веществ, но железо в коллоидной форме видимо легче проникает в клетки растений, способствуя увеличению содержания белка.

Таблица 24 - Соотношение содержания белка и лектина в семенах вики, выращенной с использованием УДП железа (мг/л)

Кон-центра-ция Fe в УДП, г	2000 год					
	а		б		с	
	Лектин	Соот-ношение.	Лектин	Соот-ношение.	Лектин	Соот-ношение
0,012	0,12	1: 30	0,11	1: 32	0,13	1: 26
0,03	0,10	1: 34	0,09	1: 37	0,12	1: 28
0,048	0,14	1: 22	0,12	1: 25	0,11	1: 27
Кон-центра-ция Fe в УДП, г	2001 год					
	а		б		с	
	Лектин	Соот-ношение.	Лектин	Соот-ношение.	Лектин	Соот-ношение
0,012	0,15	1: 24	0,12	1: 28	0,13	1: 28
0,03	0,14	1: 25	0,16	1: 22	0,14	1:24
0,048	0,11	1: 26	0,12	1: 26	0,13	1:22

При условии, что добавка железа улучшила внешние данные семян вики (размер, контуры, цвет и т.д.), увеличилось и содержание белка по сравнению с контролем (таблица 24) на 32%. Известно, что железо стимулирует окислительно-восстановительные процессы и ускоряет синтез белка. Содержание железа в почве до 5%, что является достаточным для синтеза биологически-активных веществ, но железо в коллоидной форме видимо легче проникает в клетки растений, способствуя увеличению содержания белка.

Соотношение содержания белка и лектина представлено в таблице 24.

Для выделения фракции лектина из раствора белка был выбран метод аффинной хроматографии на Сефадекс G-150 [И.А. Безвершенко, 1979].

Таблица 25 - Количественное содержание белка в семенах вики
обработанных УДП кобальта (мг/л)

Конц. Со в УДП, г	2000 год				2001 год			
	а	б	с	Среднее значение	а	б	с	Среднее значение
0,012	3,2	3,2	3,4	3,3	3,1	3,2	3,4	3,23
0,03	2,7	2,6	2,75	2,7	2,3	2,5	2,4	2,40
0,048	3,9	3,8	3,8	3,83	3,7	4,0	3,8	3,83

Как видно из таблицы 24, содержание лектина уменьшилось при увеличении общего белка. Уменьшение лектиновой фракции улучшило кормовые свойства семян. Причём, наиболее эффективной явилась концентрация железа в УДП 0,03 г. Увеличение железа до 0,048 г практически не повлияло на изменение содержания белка и на соотношение белка и лектина. Концентрацию железа в УДП 0,03 г можно считать оптимальной.

Выделение белка и лектина из семян вики, обработанных УДП, содержащими кобальт проводилось аналогичным методом. В таблицах 25 и 26 представлены результаты содержания белка и лектина и их соотношение.

Как было отмечено, растения, семена которых были обработаны УДП кобальта, отличались более мощной структурой, высотой и шириной листовых пластинок. Семена были округлой формы в диаметре до 1 см.

Как видно из таблицы 26 содержание белка в семенах вики обработанных УДП кобальта увеличилось по сравнению с контролем на 45%, а по отношению к УДП железа на 13%.

Таблица 26 - Соотношение содержания белка и лектина в семенах вики обработанной УДП кобальта (мг/л)

Кон- центра- ция Со в УДП, г	2000 год					
	а		б		с	
	Лектин	Соот- ношние.	Лектин	Соот- ношение.	Лектин	Соот- ношение
0,012	0,08	1: 40	0,09	1: 35	0,10	1: 34
0,03	0,05	1: 54	0,06	1: 45	0,06	1: 46
0,048	0,09	1: 43	0,10	1: 39	0,09	1: 42
Кон- центра- ция Со в УДП, г	2001 год					
	а		б		с	
	Лектин	Соот- ношние.	Лектин	Соот- ношение.	Лектин	Соот- ношение
0,012	0,09	1: 35	0,07	1: 45	0,08	1: 42
0,03	0,05	1: 46	0,04	1: 62	0,05	1: 48
0,048	0,12	1: 31	0,09	1: 44	0,10	1: 38

Действительно, по литературным данным кобальт активно влияет на белковый обмен, так как входит в состав многих белковых комплексов в митохондриях клетки.

Увеличение содержания белка в семенах обработанных УДП кобальта по сравнению с УДП железа видимо связано с тем, что кобальт не влияет на развитие растений в ранние сроки роста и активно стимулирует стадии созревания, что подтверждают результаты.

Количество лектина (таблица 26) в семенах вики после обработки УДП кобальта в дозе 0,03 г уменьшилось по отношению к контролю на 12% и к семенам обработанных УДП железа на 50%. Это улучшило кормовое качество семян и растений вики, т.к. лектины неблагоприятно действуют на рост, усвояемость питательных веществ животных, вызывая даже иногда токсическое действие.

Кроме того, такая активность УДП кобальта на накопление белка по сравнению с контролем связана с тем, что содержание кобальта в почве учхоза «Стенькино» недостаточно (1,2 мг/кг) и обработка семян вики перед посевом этим препаратом позволяет растениям использовать его для увеличения активности ферментов фосфатазы, лецитиназы, аргиназы, глицилглицинпептидазы и альдолазы [Я.В. Пейве, 1961].

4.1.3 Состав и свойства полисахаридов семян вики

Исследованию подвергались растения контрольных участков, где семена не обрабатывались УДПМ. Собранные в учхозе «Стенькино» с опытного участка семена растений сушились в хорошо проветриваемом помещении и подвергались обработке.

Извлечение проводилось следующим образом: 100 г семян заливали 2 л дистиллированной воды и последовательно выдерживались в водяной бане при 60°C, 80°C и 100°C. Время экстракции менялось от 30 мин. до 2-х часов. Далее раствор фильтровался через марлю и вату, упаривался в вакууме до 100-150 мл и заливался 96% этанолом в соотношении объёмов 1:3, при

интенсивном перемешивании. Выпавший полисахарид промывался на фильтре спиртом возрастающей концентрации (60%, 80% по объёму), ацетоном и сушился в вакуумном эксикаторе над хлористым кальцием.

Остаток после фильтрования вновь помещался в колбу, заливался 1,5 л дистиллированной воды и экстрагировался при соответствующей температуре и времени. Аналогично проводилась и 3-я экстракция. Последняя проводилась буферным раствором (0,25% оксалат аммония в 0,25% растворе щавелевой кислоты, pH=7,5), при этом получился низкий процент выхода полисахарида.

Таблица 27 - Выход водорастворимого полисахарида (%), выделенного при различном времени экстракции из семян вики

Время экстракции, мин.	1 экстракция			2 экстракция			3 экстр
	60°	80°	100°	60°	80°	100°	100°
30 мин.	1,63	1,98	3,12	0,24	0,60	1,06	0,05
60 мин.	2,87	3,30	3,81	0,34	0,85	1,89	0,05
90 мин.	3,20	3,45	4,20	0,63	0,98	2,02	0,05
120 мин.	3,37	3,58	4,30	0,77	1,00	2,13	следы

Результаты по экстракции представлены в таблице 27. Выделенные полисахариды представляли собой сыпучие воздушные порошки серовато-белого цвета.

В таблице 28 представлены результаты выхода за 2000-2001 гг.

Таблица 28 - Выход полисахаридов в % от абсолютно сухой навески (время сбора 3-я декада августа)

№ пп	Участок	2000 год			2001 год		
		экстракция			экстракция		
		I	II	Сумма	I	II	Сумма
1	а	3,4	2,1	5,5	3,6	2,1	5,7
2	в	3,2	2,3	5,5	3,2	2,2	5,4
3	с	3,5	2,2	5,6	3,4	2,3	5,7

Из данных таблицы 28 видно, что наибольший выход водорастворимых полисахаридов достигался при обработке сырья на кипящей водяной бане 120 минут при двукратной повторности и составлял 15,5-16,0% от абсолютно сухого растительного сырья.

4.1.4 Физико-химические характеристики полисахаридов кормовых растений

Для определения зольности исходные полисахариды сушились в вакууме остаточным давлением 10-15 мм. рт. ст., над P_2O_5 в течение 10-12 часов при температуре 35-40°C. Зола определялась сжиганием образцов полисахаридов в муфельной печи при температуре 600°C. Полученные данные представлены в таблице 29.

Таблица 29 - Количество золы в % от массы абсолютно сухого полисахарида

Участок	Год	
	2000	2001
а	23,7	21,5
в	26,4	23,8
с	25,2	21,8

Сходимость результатов при определении количества метоксильных групп, полученных двумя методами, свидетельствует как о возможности применения в данном случае титриметрического метода анализа, так и о достоверности представленных в таблице 30 результатов.

Для количественного определения в полимере содержания карбоксильных групп ($-\text{COOH}$), метоксилированных ($\text{CH}_3\text{O}-$) применялся титриметрический метод (118), рабочий титрованный раствор $0,1\text{н NaOH}$. По данным анализа рассчитывались основные показатели: K_c – количество свободных гидроксильных групп, K_3 – количество этерифицированных групп, λ – степень этерификации. Количество метоксигрупп определялось также методом Цейзеля.

Таблица 30 - Характеристика титриметрического анализа выделенного полисахарида

Место сбора	2000 год					2001 год				
	K_c	K_3	λ	$\text{CH}_3\text{O}, \%$	$\text{COOH}, \%$	K_c	K_3	λ	$\text{CH}_3\text{O}, \%$	$\text{COOH}, \%$
а	17,40	6,30	26,57	4,33	47,80	17,40	6,31	26,52	4,30	47,80
в	17,41	6,32	26,59	4,36	47,90	17,40	6,31	26,52	4,30	47,80
с	17,40	6,30	26,57	4,35	47,80	17,40	6,32	26,51	4,30	47,70

4.1.5. Состав и свойства полисахаридов семян вики, выращенной с использованием УДП железа и кобальта

Для исследования условия гидролиза и его полноты проделана следующая работа: навеска полисахарида подвергалась гидролизу 1м раствором серной кислоты в течение 2 часов, негидролизированный осадок отцентрифугировался, промывался 1% раствором серной кислоты. Фильтрат и промывные воды

нейтрализовались карбонатом бария. Осадок сульфата бария тщательно промывался водой и негидрализованный полисахарид осаждался восьмикратным объёмом этанола. Осадок осаждённого полисахарида объединялся с осадком кислотного гидролиза и вновь подвергался 2-х часовому гидролизу. Данные последовательного 2-х часового гидролиза приведены в таблице 31.

Водно-спиртовой раствор, содержащий моносахариды, упаривался досуха, сушился над P_2O_5 в вакууме (10-15 мм рт.ст.). Выделенная в вакууме смесь полисахаридов исследовалась методом бумажной хроматографии на содержание моносахаридов.

Таблица 31 - Результаты гидролиза 10 г полисахарида семян вики

Время гидролиза, час	2	4	6	8	10	20	25	30
Негидролизированный осадок, г	4,2	3,6	2,4	1,9	1,1	0,6	следы	-
Осадок, осаждённый этанолом, г	1,8	1,2	0,7	следы	-	-	-	-

Хроматография проводилась в системе растворителей: бутанол-1-пиридин-вода (6:4:3) по объёму. Моносахариды идентифицировались сравнением с подвижностью заведомых образцов, при этом обнаружались: галактоза, глюкоза, арабиноза, ксилоза, рамноза и галактуроновая кислота.

Для количественных определений нейтральных моносахаридов сухой остаток 100 мг растворялся в свежеперегнанном пиридине (2мл), добавлялся солянокислый гидроксилламин (100 мг) и смесь нагревалась в токе азота при температуре $90^{\circ}C$ на водяной бане в течение часа. Затем добавлялся безводный уксусный ангидрид (2 мг) и вновь реакционная смесь нагревалась 1 час при тех же условиях. Полученные ацетилированные альдононитрилы извлекались трижды хлороформом по 10 мл; хлороформные растворы

концентрировались до малых объёмов, которые и вводились в испаритель хроматографа в количестве 1-3 мкл. Разделение ацетатов альдононитрилов проводилось методом ГЖХ на колонке из стекла 150* 0,3 см, заполненной 5% ХЕ-60 на хроматоне Na- AW- DMCS с диаметром зёрен 0,160-0,200 мм. Температура испарителя 260⁰С. Идентификация отдельных компонентов проводилась сравнением с временем удерживания заведомых образцов. Количественное содержание моносахаридов рассчитывалось по площадям пиков полученных хроматограмм. Результаты количественного определения моносахаридов приведены в таблице 32.

Из данных таблицы видно: количество арабинозы в растворе уменьшалось с увеличением времени гидролиза с 69% (4 часа гидролиза) до 1% (6 часов гидролиза). При более длительном гидролизе содержание её в растворе незначительно. На основании этого можно предположить, что арабиноза обладала концевым характером. Фукоза и рамноза, очевидно, находились в середине полимерной цепи, что, естественно, затрудняло их отщепление и накопление в растворе. Причём, галактозы в основной полимерной цепи видимо меньше, так как её количество в растворе после четырёх часов гидролиза начинало значительно уменьшаться, а содержание рамнозы в растворе возрастало на протяжении всего времени гидролиза с 7,2% (2 часа гидролиза) до 40,8% (8 часов гидролиза) (таблица 32).

Таблица 32 - Относительное и процентное содержание моносахаридов в семенах вики (контроль)

Моносахариды	Время гидролиза, час							
	2		4		6		8	
	г	%	г	%	г	%	г	%
Рамноза	9,2	7,2	10,5	16,0	18,6	39,7	26,0	40,8
Фукоза	2,1	1,6	следы	-	17,5	37,4	25,0	39,3
Арабиноза	56,0	43,7	45,3	69,0	1,0	2,1	0,5	0,8

Ксилоза	1,0	0,8	1,0	1,5	1,0	2,1	1,0	1,6
Манноза	2,7	2,1	2,4	3,6	2,5	5,3	2,2	3,5
Глюкоза	26,5	20,7	1,9	2,9	2,2	4,7	2,4	3,8
Галактоза	30,6	23,9	4,5	6,8	4,0	8,5	6,5	10,2

Для более строгой идентификации выделенных моносахаридов и изучения их абсолютной конфигурации проводилось разделение моносахаридов колоночной хроматографией. Отбор фракций по 30 мл проводился автоматическим коллектором. Аликвоты упаривались до 1-2 мл и анализировались методом бумажной хроматографии.

Физико-химические свойства выделенных моносахаридов представлены в таблице 33.

Изученные константы выделенных моносахаридов позволяют утверждать о присутствии в полисахариде следующих моносахаридов: L-рамнозы, L-арабинозы, D-ксилозы, D-глюкозы, и D-галактозы. Выделить в значительных количествах фукозу и маннозу не удалось.

Таблица 34 - Физико-химические свойства выделенных моносахаридов семян вики (контроль)

Компонент	Содержание, %	Т.пл., °С	$[\alpha]^{20}_D$ град.
Галактуроновая кислота	44,0	154 – 156	-
Галактоза	24,0 – 36,0	164 – 165	+83,2
Глюкоза	4,2 – 8,2	144 – 145	+52,7
Арабиноза	9,7 – 36,6	157 – 159	+104,0
Ксилоза	6,3 – 9,8	143 – 145	+93,6
Рамноза	22,1 – 32,6	90 – 91	+8,4

Изученные константы выделенных моносахаридов позволяют утверждать о присутствии в полисахариде следующих моносахаридов: L-рамнозы, L-арабинозы, D-ксилозы, D-глюкозы, и D-галактозы. Выделить в значительных количествах фукозу и маннозу не удалось. Содержание моносахаридов приведено в таблица 35.

Для идентификации галактуроновой кислоты определилась её температура плавления (155° - 157° C) и $[\alpha]_d^{20} +56^{\circ}$, что однозначно говорит о присутствии в полисахариде D-галактуроновой кислоты.

Таким образом, из семян вики были выделены полисахариды и идентифицированы моносахариды, входящие в их состав. Методом БХ показали присутствие в гидролизате следующих моносахаридов: рамнозы, арабинозы, ксилозы, маннозы, глюкозы, галактозы и галактуроновой кислоты.

Таблица 35 - Относительное и процентное содержание моносахаридов в выделенных полисахаридах семян вики (контроль)

Моносахариды	Время сбора			
	2000		2001	
	г	%	г	%
Рамноза	6,5	32,3	6,1	31,4
Фукоза	следы	—	следы	—
Арабиноза	4,9	24,4	4,5	23,2
Ксилоза	1,0	5,0	1,0	5,2
Манноза	1,0	5,0	1,0	5,2
Глюкоза	1,4	7,0	1,4	7,2
Галактоза	5,3	26,4	5,4	27,8

Семена вики, собранные с участков учхоза «Стенькино», выращенной с использованием УДП железа с содержанием железа 0,012, 0,048 и 0,03 г, также подвергались обработке как и необработанные УДПМ. Полисахариды извлекались по методике изложенной в п. 3.1. Выход полисахаридов представлен в таблице 36.

Как видно из таблицы 36, выход полисахаридов повысился по сравнению с необработанными УДП железа семенами незначительно. Как было сказано, содержание железа в почве достаточно, и обработка видимо не повлияла на накопление полисахаридов.

Также практически не изменилась зольность выделенных полисахаридов (таблица 37).

Таблица 36 - Выход полисахаридов в % от абсолютно сухой навески (время сбора 3-я декада августа), обработка УДП железа

Концентрация железа в УДП, г	2000 год			2001 год		
	экстракция			экстракция		
	I	II	Сумма	I	II	Сумма
0,012	3,6	2,2	5,8	3,6	2,3	5,9
0,03	3,4	2,6	6,0	3,8	2,4	6,2
0,048	3,5	2,4	5,9	3,6	2,4	6,0

Таблица 37 - Количество золы в % от массы абсолютно сухого полисахарида

Концентрация железа в УДП, г	Год	
	2000	2001
0,012	21,8	20,5
0,03	25,6	23,0
0,048	23,3	21,2

Данные по результатам гидролиза при определении моносахаридного состава представлены в таблице 38. Причем, гидролиз полисахаридов в основном заканчивался через 6 часов.

Таблица 38 - Вес осадков (г) при гидролизе полисахаридов выделенных из семян вики, выращенной с использованием УДП железа

Осадки	Время гидролиза			
	2 часа	4 часа	6 часов	8 часов
I	0,86	0,30	Сл.	-
II	1,20	0,60	Сл.	-
III	3,20	0,90	1,50	+

В течение всего времени гидролиза методом ГЖХ контролировался моносахаридный состав. Из данных таблицы 39 видно, что рамноза и фукоза отщеплялись в первую очередь, что свидетельствовало об их концевом характере. Галактоза и глюкоза отщеплялись в последнюю очередь, их содержание в растворе с увеличением времени гидролиза возрастало, что говорило о нахождении данных моносахаридов в середине полимерной цепи. Причём, наблюдалось частичное преобладание галактозы (таблица 40).

Выделенные полисахариды исследовались на содержание метоксильных групп, уроновых кислот, отдельных моносахаридов. Результаты исследований приведены в таблицах 41 и 42. Обработка семян УДП железа увеличила содержание уроновых кислот по сравнению с контролем, видимо за счёт усиления окислительных процессов.

Растения вики, обработанные УДП кобальта отличались более высоким ростом, имели широкую листовую поверхность и мощную структуру по сравнению с контролем и растениями обработанными УДП железа. Семена растений были округлой формы немного сплюснутые, гладкие, диаметр

которых доходил до 0,8 мм. Перечисленные качества должны в дальнейшем обеспечивать наилучшую всхожесть и энергию прорастания семян.

Результаты показали, что обработка перед посевом семян вики УДП кобальта увеличила содержание полисахаридов по сравнению с контролем в среднем на 68% и по сравнению с обработкой УДП железа на 55%, а также, было установлено, что и количество белка так же увеличилось при уменьшении содержания лектиновой фракции.

Если учесть, что лектины образуют комплексы с полисахаридами и отдельными моносахаридами, то УДП кобальта, видимо, стимулирует накопление полисахаридов. Это должно улучшить кормовую ценность семян за счет уменьшения вредного воздействия лектинов на организм животных.

Средние данные за 2000-2001 г.г. представлены в таблице 42.

Таблица 39 - Результаты гидролиза 10 г полисахарида семян вики, выращенной с использованием УДП железа

Моносахариды	Время гидролиза							
	2 часа		4 часа		6 часов		8 часов	
	а*	б*	а	б	а	б	а	б
Рамноза	1,0	3,1	-	-	-	-	-	-
Фукоза	2,0	6,3	-	-	-	-	-	-
Арабиноза	4,8	14,8	1,0	7,7	сл.	-	-	-
Ксилоза	2,9	10,1	-	-	-	-	-	-
Манноза	3,0	9,2	2,0	1,54	-	-	-	-
Глюкоза	5,4	16,6	2,0	15,4	1,0	25,2	1,0	33,3
Галактоза	13,0	39,9	8,0	61,6	3,0	75,0	2,0	66,7

Таблица 40 - Характеристики полисахаридов, выделенных из семян вики, выращенной с использованием УДП железа (средние данные 2000 и 2001 гг.).

Экстракции I и II

Концентрация железа в УДП, г	$[\alpha]_D^{20}$ (с 0,1%, вода)		Содержание в % от массы абсолютно сухого полисахарида			
	I	II	Уроновых кислот		Метоксильных групп	
			I	II	I	II
0,012	+ 71 ⁰	+128 ⁰	39,2	49,0	3,5	6,1
0,03	+70 ⁰	+126 ⁰	38,4	48,7	3,6	6,3
0,048	+72 ⁰	+129 ⁰	39,1	49,4	3,8	6,2

Изучение условий полного кислотного гидролиза позволило установить, что полисахариды подвергались полному расщеплению за 24 часа при обработке 1 н раствором серной кислоты на кипящей водяной бане в запаенных ампулах. Нейтральные моносахариды отщеплялись полностью за 7-8 часов.

Содержание уроновых кислот, метоксильных групп, зольность, удельное вращение полисахаридов изучались аналогично вышеизложенному. Моносахаридный состав исследовался методом БХ и ГЖХ. Применение БХ позволило качественно определить моносахариды, входящие в состав полисахарида, такие как: рамноза, арабиноза, ксилоза, глюкоза, галактоза.

Использование ГЖХ моносахаридов в виде их ацетилированных полиолов позволило определить их количественное содержание в гидролизате и дополнительно обнаружить маннозу.

Некоторые физико-химические характеристики полисахаридов приведены в таблице 43.

Таблица 41 - Относительное и процентное содержание моносахаридов в выделенных полисахаридах семян вики, выращенной с использованием УДП железа

Моносахариды	Время сбора			
	2000		2001	
	г	%	г	%
Рамноза	2,8	24,8	3,2	25,4
Фукоза	1,0	2,0	следы	–
Арабиноза	2,3	20,4	2,5	19,8
Ксилоза	1,0	8,8	1,0	7,9
Манноза	следы	–	1,0	–
Глюкоза	1,0	8,8	1,5	11,9
Галактоза	4,2	37,2	4,4	34,9

Таблица 42 - Выход полисахаридов в % от абсолютно сухого сырья (семян вики), выращенного с использованием УДП кобальта

Концентрация кобальта в УДП, г	2000 год			2001 год		
	экстракция			экстракция		
	I	II	сумма	I	II	сумма
0,012	4,6	4,8	9,4	4,9	4,6	9,5
0,03	4,7	4,5	9,2	4,8	4,5	9,3
0,048	4,8	4,3	9,1	4,7	4,9	9,6

Таблица 43 - Характеристики полисахаридов, выделенных из семян вики выращенной с использованием УДП кобальта (средние данные 2000-2001 гг.)

Концентрация кобальта в УДП, г	Зольность, %	$[\alpha]^{20}_D$, (с 0,1% в воде), град.	Содержание в % от массы абсолютно сухого полисахарида	
			Уроновых кислот	Метоксигрупп
0,012	18,7	+128	43,8	4,7
0,03	19,1	+125	42,8	4,6
0,048	18,4	+129	44,3	4,7

Из таблицы 43 видно, что зольность после предпосевной обработки семян вики УДП кобальта уменьшилась в среднем на 25-28%, т.е. содержание неорганических фрагментов меньше, чем при обработке УДП железа и контроле, при увеличении содержания белка и полисахаридов.

Понижилось и содержание уроновых кислот, т.е. выделенные полисахариды более нейтральные. Данные по моносахаридному составу, выделенных полисахаридов приведены в таблице 44.

Из таблицы 44 видно, что по сравнению с контролем резко повысилось содержание галактозы на 71%, уменьшилось содержание рамнозы на 43% и незначительно сократилось содержание арабинозы на 28%. Качественный состав практически не изменялся. Установлено, что в состав выделенных полисахаридов входят Д-галактуроновая кислота, Д-галактоза, Д-глюкоза, Д-манноза, L-арабиноза и L-рамноза. Присутствие ксилозы и фукозы незначительно.

Большое удельное вращение (+129°) и содержание уроновых кислот (в среднем 43,5%) позволяют отнести полисахарид к гликуроногликана.

Анализируя данные полисахаридного состава семян вики контроля и обработанных перед посевом УДП железа и УДП кобальта следует, что все

выделенные полисахариды относятся к гликуроногликанам. Содержание полигалактуроновых кислот колеблется от 43,8 до 49,4%, удельное вращение от $+ 53^0$ до $+ 129^0$. Моносахаридный состав практически одинаков и содержит Д-галактуроновую кислоту, Д- галактозу, Д-глюкозу, Д-маннозу, L-арабинозу и L-рамнозу.

Таблица 44 - Моносахаридный состав полисахаридов семян вики, выращенной с использованием УДП кобальта (средние данные)

Год	Рамноза		Арабиноза		Ксилоза		Манноза		Глюкоза		Галактоза	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
2000	12,0	21,4	9,0	16,1	1,0	1,8	3,0	5,4	5,0	8,9	26,0	46,4
2001	12,5	21,0	8,4	15,1	1,0	1,7	3,6	6,1	6,0	10,1	28,0	47,1

Большое удельное вращение ($+129^0$) и содержание уроновых кислот (в среднем 43,5%) позволяют отнести полисахарид к гликуроногликана.

Анализируя данные полисахаридного состава семян вики контроля и обработанных перед посевом УДП железа и УДП кобальта следует, что все выделенные полисахариды относятся к гликуроногликанам. Содержание полигалактуроновых кислот колеблется от 43,8 до 49,4%, удельное вращение от $+ 53^0$ до $+ 129^0$. Моносахаридный состав практически одинаков и содержит Д-галактуроновую кислоту, Д- галактозу, Д-глюкозу, Д-маннозу, L-арабинозу и L-рамнозу.

Время и условия гидролиза исходных полисахаридов трех групп примерно одинаковы. Отщепление нейтральных моносахаридов происходило за 6-8 часов. Вначале шло отщепление арабинозы, которое практически заканчивалось за 4 часа. Большое время гидролиза требовалось для галактозы, для отщепления которой необходимо 6-10 часовое нагревание на кипящей водяной бане. Особых изменений условий гидролиза при действии серной кислоты различной концентрации не наблюдалось.

Однако количественный состав изменялся при предпосевной обработке семян вики как УДП железа, так и УДП кобальта. При увеличении общего содержания полисахарида в семенах вики, выращенной с использованием УДП кобальта, следует отметить увеличение содержания галактозы, что можно связать со специфичностью данного моносахарида к лектину выделенного белка.

4.1.6 Влияние УДПМ на накопление биологически активных соединений в зеленой массе вики

Витамины, содержащиеся в растительных кормах, являются физиологически активными соединениями и значительно улучшают их питательную ценность, так как выполняют важные биохимические функции в организме животных.

Аскорбиновая кислота (витамин С) играет большую роль в обмене веществ: в белковом, углеводном, в жировом обменах, в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в тканях, в образовании дентина и коллагена, а также межклеточных веществ хряща и кости.

Результаты наших исследований показали, что предпосевная обработка семян вики сорта Льговская-28 способствовала увеличению содержания аскорбиновой кислоты по сравнению с контрольным вариантом (таблица 45), что, вероятно объясняется активным участием металлов в окислительно-восстановительных реакциях.

В 1999 году в фазу бутонизации наибольшее количество аскорбиновой кислоты наблюдалось при обработке семян в дозах 0,012 г и 0,03 г УДП железа и УДП кобальта.

В 2000 году, в более сложных погодных условиях (засуха), содержание витамина С было несколько меньше, чем в 1999 году. Это согласуется с общеизвестным утверждением, согласно которому пониженная температура

и повышенная влажность увеличивают накопление аскорбиновой кислоты в растениях [В.Г. Минеев и др., 2001].

В среднем за два года исследований, наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) было в опытных вариантах с УДП железа и УДП кобальта в дозе 0,03 г. Максимальное содержание этого витамина отмечалось при обработке семян УДП кобальта в дозе 0,03 г и превышало контроль в 3-4 раза, а для УДП железа в 1,5 раза.

Важным показателем качества зеленых кормов является содержание в них каротина, т.е. провитамина А, который в тонком кишечнике животного под влиянием фермента каротиказы распадается на две молекулы активного витамина А и принимает участие в различных физиологических процессах.

Витамин А существует в тканях организма в форме ретинола, ретиналя и ретиноевой кислоты. В тканях ретинол переходит в ретинол-фосфат, переносчик остатков маннозы и галактозы, необходимых для синтеза гликопротеинов и мукополисахаридов, которые обеспечивают рост клеток и секрецию слизи оболочек. Это одна из ключевых функций витамина А, объясняющая его вовлечение в структурную целостность эпителиальных мембран.

Определение содержания каротина в зеленой массе вики по фазам роста и развития растений свидетельствовало, что предпосевная обработка семян УДП железа и кобальта положительно влияла на накопление каротина в растениях вики (таблица 46).

Таблица 45 - Содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) в зеленой массе вики, выращенной с использованием УДП железа и кобальта

Вариант ы	1999 г.		2000 г.		Среднее за 2 года			
	Фазы роста и развития				Цветение		Образование бобов	
	Цветение	Образован ие бобов	Цветение	Образован ие бобов				
	мг/%	мг/%	мг/%	мг/%	мг/%	% к контр	мг/%	% к контр
Контроль	180 ±1*	200 ±0,6	190 ±0,5	205 ±0,9	195 ±0,1*	-	-	-
УДП-Fe в дозе 0,012 г	262 ±2	270 ±0,8	255 ±0,6	260 ±0,7*	258 ±0,2	368 ±0,5*	265 ±0,7	358 ±0,4
УДП-Fe в дозе 0,03 г	280 ±4	283 ±0,7	273 ±0,7	282 ±0,8	276 ±0,3	393 ±0,2*	282 ±0,6*	382 ±0,2
УДП-Fe в дозе 0,048 г	305 ±3	312 ±0,9*	298 ±0,7	310 ±0,6	301 ±0,4	428 ±0,4	311 ±0,8*	420 ±0,3
УДП-Со в дозе 0,012 г	815 ±1*	820 ±0,6	793 ±0,8	799 ±0,7*	804 ±0,1	1144 ±0,5	809 ±0,8	1094 ±0,2
УДП-Со в дозе 0,03 г	860 ±2	865 ±0,8	830 ±0,9*	845 ±0,8*	845 ±0,3	1202 ±0,3	855 ±0,9	1155 ±0,4
УДП-Со в дозе 0,048 г	750 ±2	762 ±0,9*	743 ±0,7	751 ±0,6*	746 ±0,4	1061 ±0,2	756 ±0,8	617 ±0,3

Примечание: * - $P \leq 0,05$

Таблица 46 - Влияние предпосевной обработки семян УДП железа и кобальта
на накопление каротина в зелёной массе вики

Варианты	1999 г.		2000 г.		Среднее значение за 2 года			
	Фаза роста и развития				Образование бобов		Цветение	
	Образова ние бобов	Цветение	Образова ние бобов	Цветение				
	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	мг/кг	% к контролю	мг/кг	% к контролю
Контроль	45 ±2	50 ±3*	43 ±1	49 ±1	44 ±3	100 ±0,2	49 ±1	100 ±0,2*
УДП-Fe в дозе 0,012 г	65 ±2*	70 ±4	64 ±1	72 ±4	64,5 ±2	147 ±0,4*	71 ±4	143 ±0,3
УДП-Fe в дозе 0,03г	63 ±3	69 ±1	65 ±3	70 ±2*	64,0 ±3*	145 ±0,4	70 ±4	140 ±0,4
УДП-Fe в дозе 0,048 г	68 ±4	73 ±3*	65 ±2	74 ±3	66,0 ±4*	151 ±0,5	73 ±5	148 ±0,2
УДП-Со в дозе 0,012 г	230 ±5	235 ±2*	232 ±1	237 ±2*	231,0 ±3	525 ±0,3	236 ±1	477 ±0,1
УДП-Со в дозе 0,03г	240 ±3	247 ±2	238 ±2*	242 ±4*	239,0 ±2	543 ±0,1	248 ±2	488 ±0,4
УДП-Со в дозе 0,048 г	260 ±1*	255 ±3	263 ±4	252 ±3	262,0 ±1*	595 ±0,2	254 ±3	513 ±0,2

Примечание: * - $P \leq 0,05$

В 1999 году наибольшее количество каротина содержалось в растениях, выращенных из семян, обработанных УДП кобальта. УДП железа тоже оказали положительное влияние на уровень содержания каротина в растениях вики и превышение к контролю составило от 2,1 до 14,6% в зависимости от доз препарата.

В условиях 2000 года наиболее высокий уровень каротина был так же в вариантах с УДП кобальта и превышение содержания каротина к контролю составило по фазам роста и развития в 4,0 – 4,5 раза. В вариантах с УДП железа количество каротина было выше, чем в контроле в 1,5 раза.

Значительное превышение показателей по сравнению с контролем вероятно можно объяснить тем, что включение металлов в обмен веществ позволяет поддерживать на более высоком уровне метаболические процессы и, соответственно, обеспечивать повышенный уровень физиологически активных веществ, к которым относится каротин.

4.2 Влияние нанопорошка железа на рост и развитие растений кукурузы

В полевых условиях производилась обработка семян кукурузы гибрида Катерина СВ. Продолжительность вегетационного периода кукурузы в год исследований составила 91-105 дней. Результаты проведенного полевого опыта представлены в следующих таблицах.

Продолжительность периода от посева до всходов зависела не от исследуемого фактора, а от погодных условий. Опыт показал, что всходы были дружными, первые проростки появились через 4-6 дней, вследствие того, что теплый воздух и запасы влаги в почве в конце мая способствовали оптимальному обеспечению первоначального роста и развития растений на всех вариантах опыта. Образование настоящих листьев начиналось через 2-3 дня после появления всходов, что было характерно для всех вариантов.

Таблица 47 - Влияние нанопорошка железа на полевую всхожесть кукурузы

Варианты	Повторности	Значение, шт/га	Среднее, шт/га	% отношение к контролю
Контроль (не обработанные семена)	1	76 000	78 000	-
	2	79 000		
	3	81 000		
Опыт (семена, обработанные железом)	1	83 000	83 000	+6,4%
	2	85 000		
	3	80 000		

Обработка семян кукурузы нанопорошком железа способствовала повышению полевой всхожести на 6,8% относительно контроля. Через 40 дней после посева кукурузы растения, семена которых были обработаны нанопорошком железа, превышали по высоте контрольные растения на 21,2%.

Таблица 48 - Влияние нанопорошка железа на рост растений кукурузы

Варианты	Повторности	Значение, см/1 раст	Среднее, см	% отношение к контролю
В фазу 5-7 листа				
Контроль (не обработанные семена)	1	21,5	19,3	-
	2	16,0		
	3	20,4		
Опыт (семена, обработанные железом)	1	24,2	23,4	+21,2%
	2	23,8		
	3	22,2		

Таблица 49 - Влияние нанопорошка железа на длину вегетационного и межфазных периодов кукурузы.

Фаза развития, дни	Контроль	Нанопорошок железа
Посев - всходы	7	7
Всходы - 5-6 лист.	11	11
Всходы - начало цветения	64	57
Всходы - восковая спелость	105	95

Начало цветения метелки в опыте отмечалось через 57-64 дня в зависимости от варианта. В среднем, обработка семян суспензией нанопорошка железа способствовала сокращению межфазных периодов на 2-3 дня. Данное обстоятельство связано с биологической активностью изучаемого препарата. Нанопорошок железа стимулирует физиологические процессы в организме, способствуя активизации обмена веществ растений,

что в свою очередь приводит к ускорению процессов роста и развития и сокращению межфазных периодов.

Как правило, урожайность растений, их рост и развитие во многом зависят от усвоения листьями солнечной энергии, т.е. от фотосинтеза. Фотосинтетическая активность растений является важным элементом жизнедеятельности культуры, так как обуславливает накопление в посевах кукурузы необходимого количества питательных веществ для формирования полноценного урожая. Поэтому в фазе начала цветения метелки была определена площадь листовой поверхности по всем вариантам опыта. В таблице 50 приведены результаты.

Таблица 50 – Влияние нанопорошка железа на площадь листовой поверхности кукурузы.

Вариант опыта	Площадь листьев на 1 раст., м ²	Отклонение от контроля		Площадь ассимиляционной поверхности, м ² /га	Отклонение от контроля	
		м ²	%		м ²	%
Нанопорошок железа	0,3181	+0,0433	+15,8	25 448	+3 464	+15,8
Контроль	0,2748	-	-	21 984	-	-

Площадь листьев – это важный показатель фотосинтетической деятельности растений, который значительно изменяется под воздействием различных агротехнических факторов.

Как видно из таблицы 50, использование биостимуляторов роста растений оказывает большое влияние на площадь листовой поверхности кукурузы. Наибольшая площадь листьев на 1 растение отмечена в варианте с нанопорошком железа, превышающим контроль на 15,8%. Это связано с тем, что каждое растение больше обеспечено всеми факторами жизни за счет лучшего развития корневой системы и увеличения процессов усвоения и

использования питательных веществ из почвы, что способствует лучшему развитию и максимальному увеличению листовой поверхности. При одинаковой густоте стояния растений в опыте и контроле ассимиляционная поверхность также была больше при обработке семян нанопорошком железа.

4.2.1 Влияние УДПМ на влажность зерна, початков и на структуру урожая

При выращивании кукурузы на зерно важным показателем экономичности возделывания гибридов является дата уборки, которая напрямую зависит от спелости и влажности початка и зерна к моменту уборки.

Таблица 51 – Влияние нанопорошка железа на созревание и влажность початков и зерна к моменту уборки.

Варианты	Влажность початков на момент уборки, %	Отклонение от контроля, %	Влажность зерна на момент уборки, %	Отклонение от контроля, %	Спелость початков на момент уборки
Нанопорошок железа	52,1	- 6,5	49,5	-6,1	В
Контроль	58,6	-	55,6	-	МВВ

Результаты опыта показали, что обработка семян кукурузы нанопорошком железа оказывает сильное влияние на влажность початков и зерна. В среднем по повторностям, в опыте влажность початков снизилась на 6,5%, зерна на 6,1% относительно контроля.

Вследствие обратной зависимости влажности зерна и спелости початков в такой же последовательности уменьшается спелость. Оптимальная спелость початков – восковая спелость (В) – наблюдается

в опытном варианте. В контроле - молочно-восковая – восковая спелость (MBV).

Обработка семян кукурузы нанопорошком железа также оказывала влияние на формирование початков кукурузы, их количество и массу. Результаты исследований, показанные в таблице 52, показывают, что наблюдалось повышение количества озерненных початков в расчете на 100 растений в опытном варианте по сравнению с контролем.

Таблица 52 - Структура урожая гибрида кукурузы Катерина СВ.

Варианты	Количество початков на 100 растений, шт.	Доля початков в структуре урожая, в среднем, %	Масса, г.	
			початка, в среднем	зерна с початка
Нанопорошок железа	125	28,5	154	123
Контроль	106	21,5	131	104

Также обнаружено влияние нанопорошка железа на формирование доли початков в структуре урожая. Максимальный процент початков в общем урожае отмечен в опытном варианте - 28,5%, что превышало контроль на 7%. В среднем, максимальная масса початка наблюдалась также в опытном варианте - 154 г, что превысило контроль на 23 г. Наибольшая масса зерна с 1 початка наблюдалась также в опытном варианте - 123 г (выше контроля на 19 г).

Анализ данных таблицы 52 показывает, что использование нанопорошка железа для обработки семян кукурузы стимулирует процессы образования початков. Это, в свою очередь, приводит к увеличению доли початков в урожае.

4.2.2 Влияние УДПМ на показатели продуктивности кукурузы

Получение высокого урожая культуры находится в тесной зависимости от роста и развития растений, что связано с созданием для них благоприятных условий жизни. Урожайность кукурузы в проведенных исследованиях складывалась в зависимости от погодных условий вегетационного периода, а также от воздействия изучаемого препарата.

Результаты учета урожайности кукурузы в зависимости от влияния нанопорошка железа приведены в таблице 53. В таблице указаны средние значения по всем повторениям.

Кукуруза широко используется для производства высокоэнергетического корма не только в виде зерна. Для корма животных также применяют всю вегетативную массу в виде силоса, сенажа и других кормов. Так как в Рязанской области погодные условия не всегда благоприятны для получения спелого, сухого зерна кукурузы, то вегетативная масса с початками также может использоваться на силос. Как видно из таблицы 53, нанопорошок железа в сильной степени повлиял на сбор зеленой массы с початками с 1 га - +16,6% по сравнению с контролем.

Урожайность вегетативной массы увеличилась при обработке нанопорошком железа на 6,4 т/га, что выше контроля на 18,8%. Также увеличился сбор початков с 1 га - на 9,8%.

Нанопорошок железа повлиял на урожай зерна при кондиционной влажности. Наибольшая урожайность зерна Катерины СВ была получена в опытном варианте и составила 6,3 т/га, что выше контроля на 14,5%.

Таблица 53 - Влияние нанопорошка железа показатели урожайности кукурузы

Варианты	Повторности	Значение	Среднее	% отношение к контролю
Урожайность зеленой массы с початками, т/га				
Контроль (не обработанные семена)	1	45,1	45,3	-
	2	46,3		
	3	44,5		
Опыт (семена, обработанные железом)	1	52,5	52,8	+16,6
	2	51,3		
	3	54,6		
Урожайность початков, т/га				
Контроль (не обработанные семена)	1	11,0	11,2	-
	2	11,5		
	3	11,1		
Опыт (семена, обработанные железом)	1	12,5	12,3	+9,8
	2	12,1		
	3	12,3		
Урожайность зерна (при кондиционной влажности), ц/га				
Контроль (не обработанные семена)	1	5,3	5,5	-
	2	5,6		
	3	5,6		
Опыт (семена, обработанные железом)	1	6,8	6,3	+14,5
	2	6,5		
	3	5,6		

4.2.3 Влияние нанопорошка железа на сбор сухого вещества

Содержание сухого вещества в растении определяет количество в нем питательных веществ, которые состоят из высокоэнергетических веществ: жиров, белков, углеводов. Поэтому именно сбор сухого вещества определяет энергетическую ценность корма, обеспечивающую полноценный рост и развитие животных при использовании кукурузы в их рационах.

Увеличение сбора сухого вещества с единицы площади позволяет увеличить рентабельность производства сельскохозяйственной продукции, что в свою очередь, увеличивает доход с/х предприятия. Увеличение сбора сухого вещества с 1 га позволит расширить производство продукции не за счет увеличения площадей под этой культурой, а за счет увеличения урожайности.

В настоящее время в рационах с/х животных присутствует дефицит сухого вещества, который можно снизить только путем увеличения сбора сухого вещества с единицы площади. Поэтому изучение воздействия различных приемов агротехники, в том числе и обработки семян кукурузы нанопорошком железа, на урожайность сухого вещества кормовых культур имеет важное экономическое значение, позволяющее решить - стоит ли внедрять данный агроприем в производство.

В следующих таблицах рассмотрено влияние обработки семян кукурузы нанопорошком железа на сбор сухого вещества растений.

Анализ данных таблицы 54 показывает, что между сбором сухого вещества початков и зерна и применением изучаемого препарата существует прямая связь.

К тому же сбор сухого вещества напрямую зависит от урожайности. Поэтому сухое вещество початков и зерна с 1 га в максимальном количестве собрано в опытном варианте – 5,86 т/га початков и 4,98 т/га зерна. Эти значения выше контроля на 40,2% и 33,9% соответственно.

Таблица 54 - Сбор сухого вещества початков и зерна с 1 га.

Варианты	Урожайность сухого вещества початков, т/га	Отклонение от контроля		Урожайность сухого вещества зерна, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%		т/га	%
60	5,86	+1,68	40,2	4,98	+1,26	33,9
(контроль)	4,18	-	-	3,72	-	-
НСР ₀₅	-	0,18	-	-	0,08	-

К тому же сбор сухого вещества напрямую зависит от урожайности. Поэтому сухое вещество початков и зерна с 1 га в максимальном количестве собрано в опытном варианте – 5,86 т/га початков и 4,98 т/га зерна. Эти значения выше контроля на 40,2% и 33,9% соответственно.

Таблица 55 - Сбор сухого вещества листостебельной массы и всего растения с 1 га.

Варианты	Урожайность сухого вещества листосте- бельной массы, т/га	Отклонение от контроля		Урожайность сухого вещества всего растения, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%		т/га	%
60	9,30	1,75	+18,8	13,48	0,07	+0,5
контроль	7,55	-	-	13,41	-	-
НСР ₀₅	-	0,15	-	-	0,35	-

Результаты таблицы 55 показывают похожую закономерность, как в таблице 66. Сбор сухого вещества листостебельной массы с 1 га напрямую зависит от урожайности зеленой массы. Поэтому наибольший сбор сухого

вещества листостебельной массы также наблюдался в опытном варианте и составил в среднем 9,3 т/га, что превышало контроль на 18,8.

4.2.4 Влияние УДПМ на биохимические показатели кукурузы

Важным показателем продуктивности и качества продукции растениеводства является биохимический состав растений и зерна кукурузы. Обработка наночастицами железа семян гибрида кукурузы Катерина СВ перед посадкой позволила изменить биохимический состав зерна кукурузы (таблица 56) следующим образом: увеличилось содержание жира – на 10,9%, белка – на 4%, клетчатки – на 0,5%, золы – на 17,4%, но снизилось содержание сухого вещества – на 0,2%.

Таблица 56 - Влияние нанопорошка железа на биохимический состав зерна кукурузы

Варианты	Контроль (не обработанные семена), %	Опыт (семена с УДП железа), %	% отношение к контролю
Сырой жир, %	3,02	3,35	+10,92
Сырой белок, %	7,4	7,7	+4,05
Сырая клетчатка, %	2,06	2,05	+0,48
Сырая зола, %	1,34	1,47	+17,42
Крахмал, %	64,65	64,91	-
Сухое вещество, %	91,36	91,15	-0,23

Таким образом, в целом по результатам всех исследований можно сделать вывод о том, что обработка семян гибрида кукурузы Катерина СВ

суспензией нанопорошка железа способствовала повышению показателей продуктивности.

В опытном варианте обнаружены минимальный вегетационный период, низкая уборочная влажность зерна, оптимальная спелость початков к уборке, достаточно большое количество початков на 100 растений, наибольшая масса 1 початка, наибольший сбор сухого вещества зерна с 1 га и максимальная урожайность зеленой массы с початками и зерна при кондиционной влажности (14 %) с 1 га, что является главным критерием оценки эффективности изучаемого препарата, необходимым для его внедрения в сельскохозяйственное производство.

Глава 5. Определение токсичности нанокристаллических металлов

Для полноценной разработки и безопасного внедрения биологически активных препаратов на основе нанопорошков металлов необходимо составить их токсикологическую характеристику.

Поэтому на данном этапе исследований было решено определить острую, хроническую токсичность и кумулятивные свойства нанопорошков железа, меди и кобальта. Исследования по определению острой токсичности проводились в лабораторных условиях. Объектом исследований служили беспородные крысы-самцы массой тела 180-210 г. Было создано 8 опытных групп по 10 животных и с учетом особенностей подобраны дозы для каждого изучаемого металла (таблица 57). На основании результатов опыта были рассчитаны средне-смертельные дозы для каждого металла:

для нанопорошка железа $LD_{50} - 2130 \pm 80 \text{ мг/кг}$

для нанопорошка меди $LD_{50} - 380 \pm 30 \text{ мг/кг}$

для нанопорошка кобальта $LD_{50} - 145 \pm 10 \text{ мг/кг}$

При вскрытии погибших животных наблюдали полнокровие печени, асфиксическое сердце.

Опыт по определению субхронической токсичности и кумулятивных свойств нанопорошков железа, кобальта и меди был проведен также на беспородных белых крысах, массой тела 180-210 г. Для каждого препарата было использовано по 50 животных. Опыт был проведен в 3-х сериях в течение 40 суток. В первые 5 дней каждой крысе вводили 1/10 от ранее установленной однократной дозы LD_{50} . Затем каждые последующие 5 дней доза увеличивалась в 1,5 раза от предыдущей ежедневно вводимой дозы. В процессе опыта регистрировали явления токсикоза и гибель животных, проводили вскрытие погибших животных.

На основании проведенных исследований была рассчитана хроническая средне-смертельная доза:

для нанопорошка железа ЛД₅₀ хроническая = 25 743,8 мг/кг живой массы;

для нанопорошка меди ЛД₅₀ хроническая = 4 120,5 мг/кг живой массы;

для нанопорошка кобальта ЛД₅₀ хроническая = 1 780,0 мг/кг живой массы.

В процессе опыта у животных наблюдалось значительное увеличение содержания лейкоцитов (до 30-40%), обусловленное реакцией организма на введение токсичной дозы изучаемого препарата.

Таблица 57- Дозы введения изучаемых препаратов опытными группами

Группы	Нанопорошок железа	Нанопорошок меди	Нанопорошок кобальта
Контроль	-		
1 опытная	100 мг/кг	10 мг/кг	10 мг/кг
2 опытная	500 мг/кг	50 мг/кг	50 мг/кг
3 опытная	1000 мг/кг	100 мг/кг	100 мг/кг
4 опытная	1500 мг/кг	150 мг/кг	150 мг/кг
5 опытная	2000 мг/кг	200 мг/кг	200 мг/кг
6 опытная	2500 мг/кг	250 мг/кг	250 мг/кг
7 опытная	3000 мг/кг живой массы	300 мг/кг живой массы	300 мг/кг живой массы

Коэффициент кумуляции рассчитывали по следующей формуле:

$$K_{\text{кум}} = \frac{\text{ЛД}_{50 \text{ хроническая}}}{\text{ЛД}_{50 \text{ острая}}};$$

для нанопорошка железа $K_{\text{кум}} = 12,09$

для нанопорошка меди $K_{\text{кум}} = 10,84$

для нанопорошка кобальта $K_{\text{кум}} = 12,27$

По стандартной классификации определенные коэффициенты кумуляции говорят о том, что кумуляция всех изучаемых металлов является слабовыраженной. Учитывая полученные результаты, можно сказать, что нанопорошки железа, кобальта и меди не обладают кумулятивными свойствами и согласно ГОСТ12.1.007-76 «Вредные вещества» относятся к 4 классу опасности, т.е. к незначительно опасным веществам.

Глава 6. Действие УДПМ на репродуктивные функции растений в последующих поколениях.

6.1 Действие и последствие УДПМ на физиологические показатели растений.

В целях определения биологической безопасности нанокристаллических металлов необходимо было изучить действие УДПМ на накопление и функции биологически активных соединений в последующих поколениях растений. После полевых испытаний влияния УДПМ на физиологическое состояние растения вики 2 сентября 2004 были собраны семена с опытных делянок. Вегетационный период при выращивании вики на сено составил 70 дней, на семена - 110. Семена хранились в помещении влажностью 15% и были использованы для посева у учхозе «Стенькино» в 2005 году с той же характеристикой почвы, что и в 2002-2004 гг.

Согласно предыдущим исследованиям оптимальной была выбрана концентрация УДПМ 0,003 г на гектарную норму посева семян. Семена этих растений урожая 2004 г использовались в данном эксперименте. Было заложено 7 опытных делянок, из них 3, где семена не обрабатывались УДПМ перед посадкой, но были собраны с участков, где семена перед посадкой обрабатывались УДПМ в 2004 году, использовались:

- 1 - семена растений, обработанные УДП железа
- 2 - семена растений, обработанные УДП кобальта
- 3 - семена растений, обработанные УДП меди

На следующих 3-х делянках:

- 4 - семена растений, обработанные в 2005 году УДП железа
- 5 - семена растений, обработанные в 2005 году УДП кобальта
- 6 - семена растений, обработанные в в 2005 году УДП меди
- 7 - контроль – семена растений урожая 2004 г, которые не обрабатывались УДПМ и в 2005 году.

Посев проводили рядовым способом: ширина междурядий 15-20 см, в рядке семя от семени примерно на 5 см. Вика не выносит семядоли на поверхность, поэтому семена заделывали на 5 см. Норма высева 120 кг/га. Как и предполагалось в 4.9.2 семена вики, собранные с растений обработанных УДПМ, показали хорошую всхожесть и энергию прорастания и в 2005 году, то есть УДПМ оказывают действие на физиологические процессы растений не только при непосредственной обработке семян перед посадкой, но и сохраняют эти свойства. Аналогичные результаты были получены при обработке семян УДПМ непосредственно перед посадкой (таблица 58).

Предпосевная обработка УДПМ стимулировала рост растений в высоту (таблица 59), увеличивая данный показатель на 16-23 см, такие же показатели у растений, семена которых не были обработаны УДПМ. Если учесть, что в ходе вегетации у растений непрерывно происходит процесс новообразования клеток, тканей и органов, который зависит как от экологических факторов, так и внутреннего состояния организма, то при равенстве первых можно предположить глубокое действие УДПМ на физиологические процессы растений. Это проявляется даже во втором поколении, где рост вики, энергия прорастания и всхожесть ненамного уступают этим показателям при непосредственной обработке семян УДПМ. Нанокристаллические металлы также обеспечивают увеличение массы генеративных органов по отношению к контролю (таблицы 60 и 61).

Обработка семян УДПМ обеспечивала прирост фитомассы в вариантах с УДП железа, УДП кобальта и УДП меди в дозах 0,03 г/га от 15 до 29%, а опосредованное действие УДПМ увеличило прирост от 14 до 20%. При этом масса стеблей вики в опытных вариантах увеличилась только от 1 до 7%, тогда как масса стручков и соцветий возросла на 30-36%.

Таблица 58 - Изменение посевных качеств семян вики под действием
УДП металлов

№	Варианты	Энергия прорастания,	Всхожесть, % (первый лист)
		M±m	M±m
1	Контроль	41±0,9	71±1,1
2	Семена поколения, обработанного УДП - Fe	56±1,7	85±0,8*
3	Семена, обработанные УДП-Fe	57±1,4*	86±0,7
4	Семена поколения, обработанного УДП - Co	56±1,5	86±1,2
5	Семена, обработанные УДП - Co	55±0,8	85±0,9
6	Семена поколения, обработанного УДП - Cu	55±2,0*	85±0,9*
7	Семена, обработанные УДП - Cu	55±1,5*	84±1,5

Примечание* $p \leq 0,05$

Следовательно, ультрадисперсные порошки железа, кобальта и меди (УДП железа, кобальта и меди) стимулировали рост и развитие, формирующихся в течение всего хода вегетации, листьев и особенно новообразующихся органов - стручков и соцветии, как при непосредственной обработке, так и во втором поколении. Вероятно, это объясняется активным участием железа, кобальта и меди в деятельности синтетических ферментов. УДПМ не только изменяют динамику нарастания зеленой массы, продуктивность фотосинтеза, но и оказывают существенное влияние на формирование репродуктивных органов вики, что свидетельствует об участии металлов в сложных физиологических процессах, протекающих в растительном организме на этапе генеративного развития.

Таблица 59- Влияние УДПМ на линейный рост вики, см

№ п/п	Варианты	Фаза цветения	
		начало	полное
Семена поколения, обработанного УДПМ			
1	Контроль	57,7±0,6	71,0±0,8
2	УДП-Fe	74,3±0,8*	91,0±0,4
3	УДП-Co	76,3±0,5	93,3±0,6*
4	УДП-Cu	71,0±0,7	89,3±0,9
Семена, обработанные УДПМ			
5	Контроль	57,7±0,5	71,1±0,4
6	УДП-Fe	74,3±0,4*	91,1±0,8
7	УДП-Co	76,5±0,6	94,4±0,9
8	УДП-Cu	75,0±0,4	90,5±0,7*

Примечание* $p \leq 0,05$

Следует отметить, что применение УДПМ способствовало формированию на 12-15 шт. стручков больше, чем в контрольном варианте. Урожайность семян вики составляла 19,5-23,8 ц/га, и она достигалась в результате тщательной ручной уборки, но растения были мощные, семена крупные, блестящие, уровень полегаемости мал, что позволяет проводить механизированную уборку. Количество бобов на одно растение вики составляло 18,2 штук (контроль) и 22,4 (опытные участки). В каждом бобе находилось 8-15 семян, тогда как в контроле 4—10 семян. Масса 1000 семян 45—50г.- контроль и 50-63г опытные участки.

Таблица 60 - Структура урожая вики, 2005 г. (семена поколения, обработанного УДПМ в 2004 г.)

Вариант	Масса, ц/га						Общая фитомасса	
	листьев		стеблей		стручков и соцветий		ц/га	% к контр.
	ц/га	% к контр.	ц/га	% к контр.	ц/га	% к контр.		
Контроль	85,9± 0,7	-	103,5± 0,8	-	77,1± 0,6	-	266,5± 1,8*	-
УДП-Fe	102,3± 1,1*	+19,1	104,5± 0,9	+0,9	129,6± 1,1	+29,6	307,0 ±2,5	+15,2
УДП-Co	114,0± 1,0	+29,2	109,9± 0,7	+6,2	106,4± 0,8	+38,0	327,3± 3,1	+28,8
УДП-Cu	109,6± 0,9*	+27,6	110,5± 0,9	+6,8	103,1± 0,9*	+33,7	323,2± 2,8*	+21,3

Примечание* $p \leq 0,05$.

Таблица 61-Структура урожая вики, 2005 г.(семена, обработанные УДПМ в 2005 г.)

Вариант	Масса, ц/га						Общая фитомасса	
	листьев		стеблей		стручков и соцветий		ц/га	% к контр.
	ц/га	% к контр.	ц/га	% к контр.	ц/га	% к контр.		
Контроль	85,9± 0,7	-	103,5± 0,9	-	77,1± 0,8	-	266,5± 1,5	-
УДП-Fe	100,6± 0,9*	+17,0	105,9± 1,1	+2,0	98,3± 0,8	+27,5	304,8± 2,4	+14,4
УДП-Co	109,9± 0,8	+27,9	107,9± 1,2*	+4,2	100,6± 1,0	+30,0	318,4± 3,8*	+19,5
УДП-Cu	99,6± 0,9	+15,9	106,5± 1,1	+3,0	97,1± 0,9	+26,0	303,2± 3,0	+13,8

Примечание* $p \leq 0,05$

6.2 Структура и состав водорастворимых полисахаридов растений и их биохимическая активность

В научной литературе отсутствуют сведения, отражающие действие микроэлементов на изменение характера углеводного обмена во втором поколении. Результаты наших исследований показали, что УДПМ в дозах, которые улучшали рост, развитие растений и накопление в них биологически активных соединений, способны повлиять на динамику накопления биополимеров, в частности полисахаридов, в растениях следующего поколения.

Полисахариды из зеленой массы вики были выделены согласно ранее изложенной методике. Семена для посадки были взяты из растений урожая 2004 года, после предварительной обработки УДПМ железа, кобальта и меди.

Семена для контроля также использовались из контрольных растений урожая 2004 года. Из таблицы 62 следует, что увеличение накопления полисахаридов в растениях вики достигает максимального их содержания в фазу цветения (конец августа). К фазе цветения содержание полисахаридов в растениях, выращенных из семян, обработанных УДПМ, превышало контроль до 14%. Однако, на всех этапах, включая период уборки вики на зеленую массу, содержание водорастворимых полисахаридов превышало контроль на 6-12%, что свидетельствует о более высоком уровне активации метаболических процессов под влиянием УДПМ. Растения, обработанные УДПМ, сохранили информацию воздействия на физиологические процессы растений и дали более качественные семена, которые показали не только хорошую всхожесть, но и сохранили кормовую ценность, повысив содержание углеводов в зеленой массе вики.

Таблица 62-Влияние УДПМ на динамику накопления водорастворимых полисахаридов в зеленой массе вики в зависимости от фазы вегетации (г/100 г фитомассы) урожая 2005 года.

Даты отбора проб	Варианты			
	контроль	УДП Fe	УДП Co	УДП Cu
16.06	2,64±0,01	2,67±0,02	2,44±0,01	2,62±0,02
20.06	2,70±0,03	2,74±0,04	2,65±0,03	2,70±0,03
26.06	2,75±0,02	2,85±0,01	2,74±0,02	2,80±0,03
3.07	3,50±0,05	3,68±0,02	3,84±0,01	3,55±0,02
15.07	3,77±0,04	3,80±0,03	4,17±0,04	3,83±0,02
22.07	4,05±0,05	4,94±0,04	5,04±0,02	4,96±0,04
10.08	5,14± 0,03	5,68±0,01	5,70±0,02	5,69±0,01
20.08	5,04±0,04	6,15±0,02	6,26±0,03	5,97±0,02
10.09	5,62±0,02	5,66±0,04	5,97±0,05	5,74±0,04
6.10	3,15±0,01	3,27±0,04	3,83±0,02	3,32±0,01

Примечание* $p \leq 0,05$

УДПМ оказали влияние не только на изменение количества водорастворимых полисахаридов, но и на их строение, о чем свидетельствуют результаты наших исследований по изучению интенсивности их гидролиза. Полноту гидролиза исследуемого полисахарида можно определить по данным последовательного 4-х-часового гидролиза (таблица-63).

Из таблицы 63 следует, что полисахариды, выделенные из растений, урожая 2005 года, отличались в течение всего времени меньшей интенсивностью гидролиза, по сравнению с контрольным вариантом. Полученные результаты позволяют предположить, что полисахариды растений, семена которых перед посадкой были обработаны УДПМ в 2004 году, имели большую молекулярную массу, а незначительное увеличение массы негидролизованного полисахарида по сравнению с контрольным

вариантом позволяет предположить об увеличении в составе исследуемых полисахаридов кислых составляющих. Производные галактурановой кислоты входят в состав одного из важнейших полисахаридов – пектина, обеспечивающего склеивание клеток и тканей органов растения, что придает им механическую прочность.

Таблица 63-Изменение интенсивности гидролиза полисахаридов вики урожая 2005 года в зависимости от УДПМ

№ п/п	Варианты	Время гидролиза, час							
		4	8	12	16	20	24	28	32
1	Контроль	<u>*0,40</u>	<u>0,32</u>	<u>0,22</u>	<u>0,19</u>	<u>0,10</u>	<u>0,06</u>	<u>0,02</u>	<u>следы</u>
		0,20	0,15	0,10	0,08	0,02	0,01	следы	-
2	УДП Fe	<u>0,47</u>	<u>0,39</u>	<u>0,29</u>	<u>0,26</u>	<u>0,17</u>	<u>0,13</u>	<u>0,09</u>	<u>следы</u>
		0,24	0,19	0,14	0,12	0,06	0,03	следы	-
3	УДП Со	<u>0,45</u>	<u>0,37</u>	<u>0,27</u>	<u>0,15</u>	<u>0,11</u>	<u>0,07</u>	<u>следы</u>	
		0,23	0,18	0,13	0,05	0,04	следы	-	
4	УДП Cu	<u>0,46</u>	<u>0,38</u>	<u>0,27</u>	<u>0,23</u>	<u>0,12</u>	<u>0,06</u>	<u>0,04</u>	<u>следы</u>
		0,23	0,19	0,13	0,10	0,02	0,01	следы	-

* в числителе – негидролизированный осадок, г
в знаменателе – осадок, осажденный спиртом, г

По результатам гидролиза были построены диаграммы, которые дают представление о строении цепочки полисахарида. Анализ, полученных при гидролизе полисахаридов, моносахаридов позволяет утверждать о присутствии в полисахаридах L-арабинозы, D-ксилозы, D- маннозы, D-рамнозы, D-глюкозы и D-галактозы. Применение УДПМ, изменяя ростовые и фотосинтетические процессы, оказали влияние на изменение соотношения моносахаридов в водорастворимом полисахариде (рисунок 1, рисунок 2, рисунок 3, рисунок 4).

После 4 часов гидролиза в варианте с УДП железа содержание арабинозы и галактозы (рисунок 3) было ниже, чем в контрольном варианте, соответственно на 2 и 3 %, тогда как, в варианте с УДП меди содержание галактозы было выше на 3%. В гидролизате контрольного варианта арабиноза

отсутствовала после 20 часов, тогда как в опытных вариантах она не обнаруживалась только после 24 часов.

Присутствие ксилозы в гидролизате полисахарида указывает на то, что этот процесс протекал с различной интенсивностью в опытных вариантах. Если в варианте с УДП железа присутствие этого моносахарида можно было обнаружить после 12 часов гидролиза, в варианте с УДП кобальта – после 16 часов (рисунок 2.), то в варианте с УДП меди только после 20 часов (рисунок 4). При этом в контроле ксилоза была обнаружена в гидролизате после 16 часов, причем ее содержание было несколько ниже всех опытных вариантов. Манноза в гидролизате во всех вариантах, в том числе и контрольном, появилась после 8 часов гидролиза, хотя после обработки УДП кобальта и УДП меди ее содержание снизилось по отношению к контролю, но не значительно. Существенной разницы по содержанию глюкозы в течении всего хода гидролиза не обнаружено.

Если рамноза (рисунок 1) в контрольном варианте была обнаружена после 24 – 28 часов гидролиза, то в варианте с УДП железа она появилась после 12 часов и сохранялась в гидролизате до конца гидролиза, а в варианте с УДП кобальта и УДП меди – после 16 часов и до его завершения.

Анализ рисунков свидетельствует о том, что в гидролизате контрольного варианта после 24 часов гидролиза присутствовало всего три моносахарида: глюкоза, манноза и ксилоза. В соотношении, соответственно 65,3; 23,9 и 10,7%. Тогда, как в опытных вариантах в гидролизате за это же время было обнаружено четыре моносахарида – в дополнение добавилась рамноза.

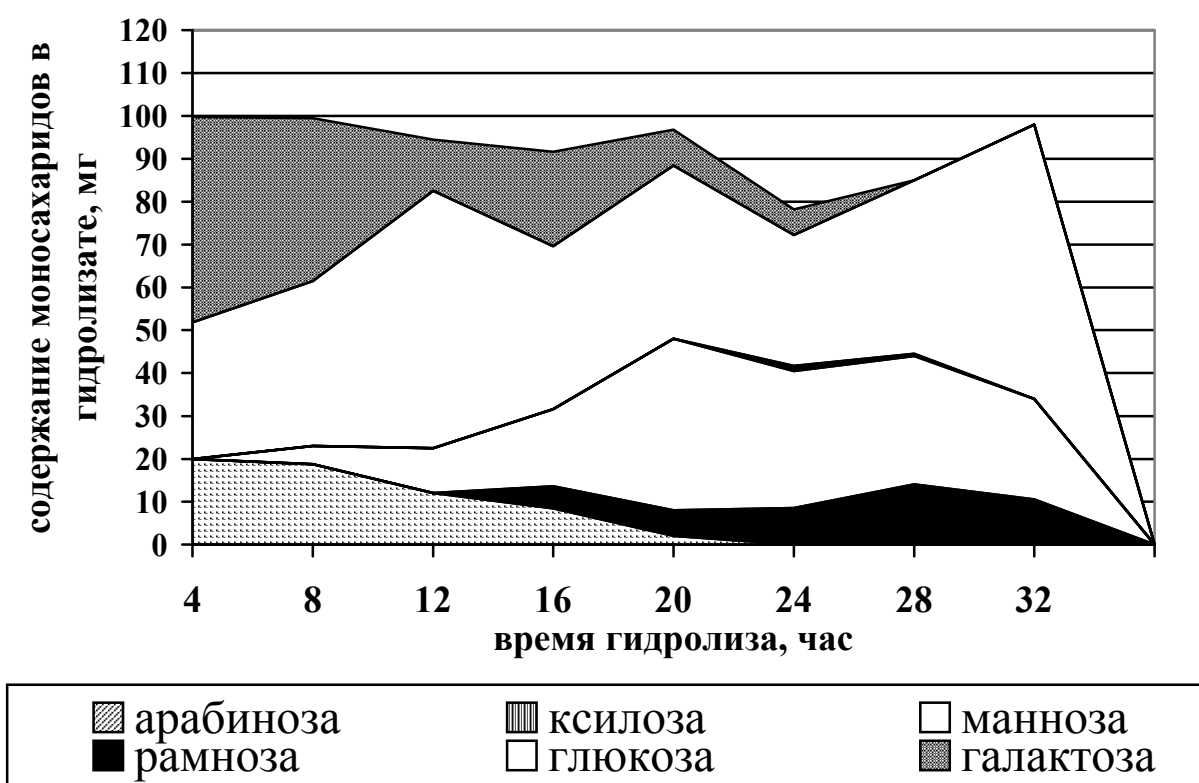


Рисунок 1. Содержание моносахаридов в 1 г полисахарида вики (урожая 2005года), построенное по результатам последовательного гидролиза (в мг).

Представив схематично строение молекулы, можно предположить, что в начале цепочки полисахарида находится арабиноза и галактоза, причем галактозы больше. Основу цепочки составляет глюкоза, о чем свидетельствует ее постоянное количество на протяжении всего времени гидролиза. В центре цепи находятся ксилоза (ее меньше) и манноза, а ближе к концу рамноза (ее содержание незначительно). Причем манноза, видимо, является точками ветвления, так как ее количество в гидролизате увеличивается.



Рисунок 2. Содержание моносахаридов в полисахаридной цепи вики (урожая 2005года), семена которой в 2004 году были обработаны УДП-Со

В начале полисахаридной цепочки этого полисахарида, видимо, находятся арабиноза и галактоза, которой в полисахариде больше. Основу цепочки, как и в контрольном образце, составляет глюкоза, о чем свидетельствует ее постоянное количество на протяжении всего времени гидролиза. В центре цепи находятся рамноза, ближе к концу ксилоза и манноза, причем ее количество в гидролизате во времени так же, как и в контрольном образце намного увеличивается. Это свидетельствует о том, что она, видимо, является точками ветвления.

Представив схематично строение молекулы, можно предположить, что в начале цепочки полисахарида находятся арабиноза и галактоза, причем галактозы больше. Основу цепочки, как и в контрольном образце полисахарида, составляет глюкоза, о чем свидетельствует ее постоянное количество на протяжении всего времени гидролиза. В центре цепи находятся

ксилоза, рамноза и манноза. Причем манноза, видимо, является точками ветвления, так как ее количество в гидролизате резко увеличивается.

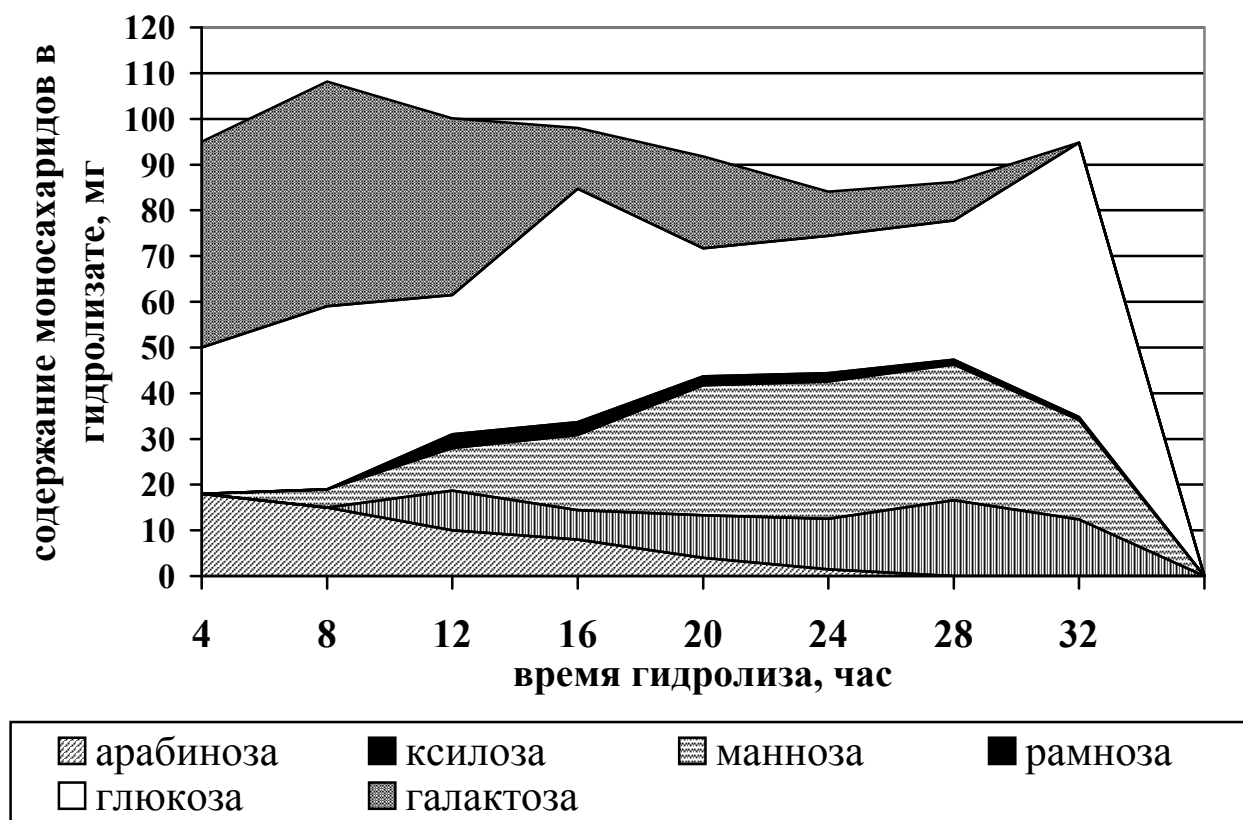


Рисунок 3. Содержание моносахаридов в полисахаридной цепочке цепи вики (урожая 2005года), семена которой в 2004 году были обработаны УДП-Fe, построенное по результатам последовательного гидролиза (в мг)

Эта диаграмма, аналогично трем предыдущим, дает представление о строении цепочки полисахарида. Основу цепи составляет глюкоза, в начале цепи находятся манноза и ксилоза, в центре – рамноза, галактоза, появляется ксилоза и арабиноза. В конце цепи находятся арабиноза и галактоза.

Результаты хода гидролиза указывают на некоторые изменения в соотношении отдельных моносахаридов полисахаридов фитомассы вики под действием УДПМ, что улучшает устойчивость и питательную ценность растений. Такая же закономерность наблюдалась и при непосредственной обработке семян перед посадкой УДПМ, на примере лапчатки гусиной. Это

позволяет предположить, что в ходе онтогенеза нанокристаллические металлы изменяют направленность отдельных физиологических процессов, и эта информация сохраняется в следующем поколении. Если учесть, что при этом под действием УДПМ содержание водорастворимых полисахаридов увеличивается, то можно предположить, что данные полисахариды будут обладать более высокой биологической активностью, а растения большей питательной ценностью.

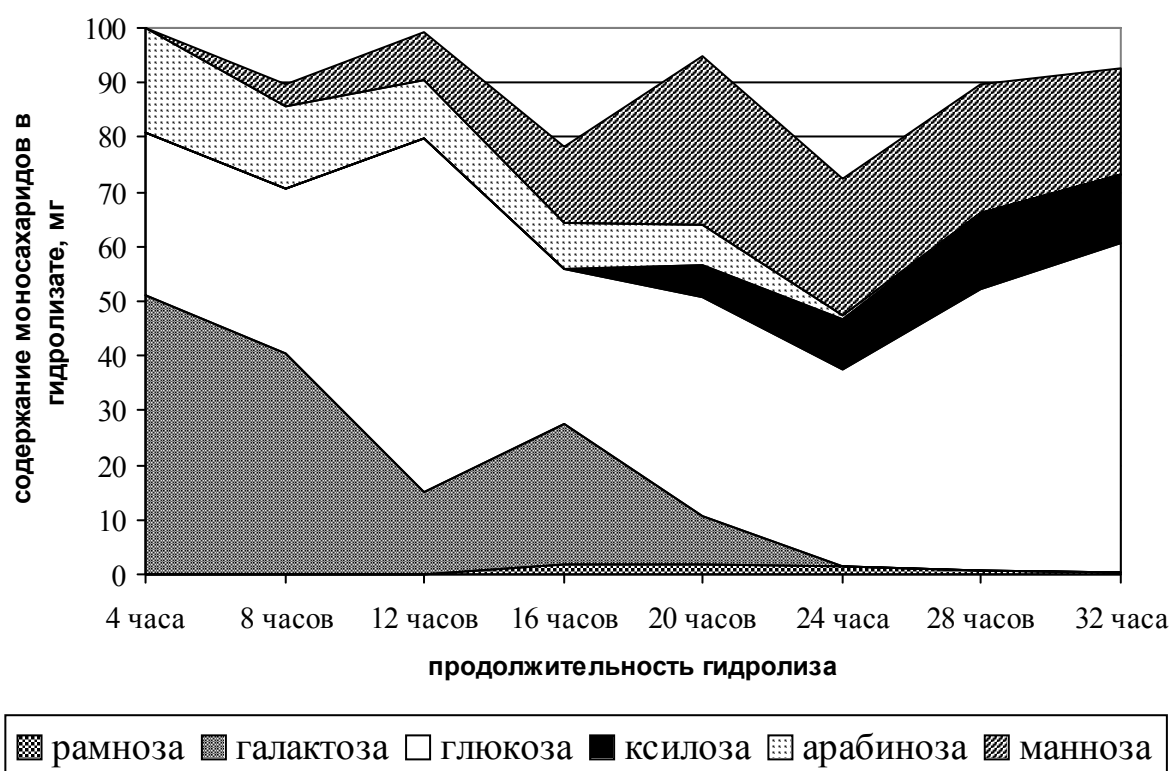


Рисунок 4. Содержание моносахаридов в полисахаридной цепи вики (урожая 2005года), семена которой в 2004 году были обработаны УДП-Си

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ультрадисперсные порошки металлов с размером частиц 20-30 нм, использованные в наших исследованиях, соизмеримы с размерами клеток и клеточных структур, которые укладываются в пределах от 1 нм до 100 нм. Поэтому при взаимодействии УДПМ с клеточными структурами возможно перераспределение энергии, чем можно объяснить био-экологические эффекты нанометаллов. Но УДПМ активны только в коллоидном состоянии при образовании, в результате которого происходит наноструктурирование, формируется определенное соотношение свободных и заряженных частиц. На поверхности биоструктур, вероятно, образуются нанослои, обладающие определенным запасом энергии и готовые обмениваться этой энергией и своей реакционной способностью с контактируемыми объектами.

Приняв, что организм рассматривается как система элементов вещества, то и действие наночастиц проявляется на уровне их взаимодействий с веществом: ионами, атомами, молекулами, белковыми субъединицами и т. д.

Если же учитывать квантово-механические свойства наночастиц, то необходимо рассматривать электромагнитные взаимодействия, протекающие в системе на уровне вещества, и это объясняет повышение энергии системы и ускорение необходимых метаболических процессов.

Сами порошки своим энергетическим воздействием стимулируют процессы адаптации и самоорганизации биологических систем к внешним условиям. Наночастицы, в какой-то мере, снижают отрицательное влияние неблагоприятных факторов окружающей среды. Так в условиях жаркого, засушливого 2000 года, когда абсолютная величина урожайности зеленой массы всех изучаемых растений была низкой, использование УДПМ для предпосевной обработки семян было самым эффективным. В частности, урожайность повышалась на 20-30%. В условиях избыточной влажности (2002 г) стимуляция вегетативного роста, как правило, замедляет развитие и

созревание растений и усиливает вредное влияние погоды. Однако стимулирующий эффект УДПМ совместил повышение мощности растений с увеличением семенной продуктивности и качества семян вики.

Особенность химического взаимодействия ультрадисперсных частиц с жидкой средой является одним из определяющих факторов в стимулировании развития растений, что дает возможность применения УДПМ в качестве микроудобрений и стимуляторов роста. Механизм биологического воздействия УДП на развитие растений из обработанных семян, связан, вероятно, с проникновением микрочастиц порошка в микропоры семенных оболочек, с последующим взаимодействием частиц с жидкой средой и переходом металла в ионную форму. В дальнейшем, постепенное растворение частиц, удерживаемых в порах, обеспечивает распределенное по времени поступление необходимых для жизнедеятельности и метаболизма элементов питания (энергии) для формирующегося растения. В основе биологического использования УДПМ лежит известный способ микроэлементного воздействия на растительные клетки в виде катионов металлов, являющихся продуктами распада солей металлов. В отличие от этого, коллоидные частицы УДПМ уже содержат металл как в восстановленной форме так и в различных степенях окисления, так и в нейтральном состоянии, поэтому обладают пролонгированным действием.

Нанокристаллические металлы обладают большими возможностями в минеральном питании и энергетическом воздействии. За счёт некомпенсированных связей они легко образуют комплексные соединения с органическими веществами, в результате чего синтезируются и активируются различные ферменты, влияющие на углеводный и азотный обмены, синтез аминокислот, реакции фотосинтеза и дыхания клеток, о чем свидетельствуют результатами наших исследований.

Изучение физико-химических, фармако-токсикологических свойств УДПМ позволило получить научно обоснованные и объективные результаты

экологических последствий их использования, выработать условия и дозы применения, что необходимо для оценки воздействия их на здоровье человека и окружающую среду и сделать вывод, что наноструктурированные металлы с размерами 20-40 нм, в дозах 0,012 – 0,048 г на гектарную норму высева семян экологически безопасны.

ВЫВОДЫ

1. Ультрадисперсные металлы, не аккумулируясь в почве, влияют на транспорт веществ и энергии в системе "почва-растения-животные». Микродозы нанометаллов, используемые для предпосевной обработки семян растений, действуют на их рост и развитие, а при потреблении животными способствуют повышению жизнеспособности и биологической продуктивности.

2. Ультрадисперсные порошки металлов железа, кобальта и меди стимулируют рост и развитие растений. При использовании низких концентраций (0,012-0,048 г на гектарную норму посева семян) активизируются начальные ростовые процессы, а урожайность повышается на 25-32%. Обладая высокой адсорбционной способностью и малыми размерами (20-30 нм), нанометаллы проникают в поры семян, не загрязняя почву.

3. Полисахариды, выделенные из надземных частей горца птичьего, семена которого обработаны УДП кобальта, относятся к классу гликуроногликанов. Обработка семян горца птичьего УДП кобальта не изменяет структуру фрагментов полисахаридов, но увеличивает число точек ответвлений углеводной цепи и как следствие возрастает молекулярная масса отдельных фракций, и ведет к увеличению выхода полисахаридов в среднем до 25%.

4. Предпосевная обработка семян лапчатки гусиной УДП железа и меди в дозе 0,03 г/га влияет на кормовые свойства растений, что выражается в увеличении накопления водорастворимых полисахаридов в зеленой массе на 27-50%, представленных кислой (глюкуроновой и галактуроновой кислотами) и нейтральной (рамнозы, ксилозы, глюкозы и галактозы) фракциями.

5. Под влиянием предпосевной обработки семян вики УДП меди и кобальта в дозе 0,03 г/га содержание белка у растений увеличилось на 30-40%. При этом происходит изменение соотношения белка и лектина. Количество

лектина в семенах вики под влиянием УПД кобальта уменьшается по отношению к контролю на 24%, УПД меди - на 7,0%, а содержание водорастворимых полисахаридов повышается соответственно на 32 и 29%, что улучшает кормовые качества вики.

6. Предпосевная обработка семян кукурузы нанопорошком железа способствует увеличению площади листовой поверхности на 15,8%, что обеспечивает растениям преимущество в фотосинтетической активности, отражается на увеличении урожайности зерна на 15,4%, листостебельной массы на – 9,5%. При этом изменяется химический состав зерна кукурузы в сторону накопления жира на 10,9%, белка – на 4%. Но семена растения при прочих равных условиях аккумулируют меньше свинца и кадмия.

Список использованной литературы

1. Абуталыбов М.Г. Значение микроэлементов в растениеводстве. Баку.1961. С 52-54.
2. Агафонова А.Ф. О распределении кобальта в растениях. // Труды Всесоюзного совещания по микроэлементам. Издательство АН Латвийской ССР. Рига, 1956. С.45-47.
3. Андреев А.В., Ахламова Н.М., Игловиков В.Г. Сенокосы и пастбища Нечерноземья. М.: Россельхозиздат. 1976. С. 159.
4. Антоний А.К., Пылов А.П. Зернобобовые культуры на корм и семена. М.: Колос, Ленинградское отделение. 1980. 221 с.
5. Антонюк В.А., Луцик М.Д., Ладная Л.Я. Фитолектины во флоре УССР и специфичность связывания ими углеводов. // Растительные ресурсы. 1988. Т. 19. Вып. 2. С. 151–159.
6. Андрукович А.И. О применении отвара лапчатки прямостоячей для лечения гепатитов и циррозов печени. // Материалы 1-го съезда терапевтов Тюменской области. Тюмень. 1970. С. 48-50.
7. Арасимович В.В., Балтача С.В., Пономарева Н.П. Методы анализа пектиновых веществ гемицеллюлоз и пектологических ферментов в плодах. Кишнев: Изд-во АН СССР. 1970. С. 84.
8. Арора С.К., Сэлук Д.К., Сейте С.К. Химия и биохимия бобовых растений. // Пер. с англ. К.С. Спектрова, под ред. М.М. Запрометова. М.: Агропромиздат. 1986. 336 с.
9. Артюков А.А., Елякова Л.А. Подход к энзиматическому изучению строения полисахаридов с использованием методов иммобилизации. // VII Всесоюзная конференция «Химия и биохимия углеводов». Пущино. 1982. С. 74–75.
10. Бандюкова В.А. Распространение флавоноидов в некоторых семействах высших растений: Сообщение 7, семейство Polygonaceae. // Растительные ресурсы. 1973. Т. 9. № 1. С. 147-155.

11. Бандюкова В.А., Шинкаренко А.Л. Результати дослідження високогорних рослин Тебердинського заповідника на вміст флавоноїдних речовин методом хроматографії на папері. // Фармац. журнал. 1965. № 6. С. 37-41.
12. Баньковский А.П., Зарубина М.П., Сергеева Л.И. Исследования растений, применяемых в народной медицине на содержание алкалоидов. // Труды Всес. н.-и. ин-та лекарственных растений. 1947. Вып. IX.
13. Барнаулов О.Д., Маничева О.А. Сравнительная ошибка антисекреторных и противоязвенных свойств полисахаридов из стеблей видов шток-розы. // Исследования по изысканию лекарственных средств природного происхождения. Тез. докл. Всесоюз. научн. конф. Ленинград, 1981. С. 163.
14. Басс-Шадхан Х.Ф. Использование полисахаридов при злокачественных новообразованиях. // Результаты и перспективы научных исследований микробных полисахаридов. Тез. докл. Всесоюзн. научн. конф. Ленинград, 1978. С. 33–34.
15. Басс-Шадхан Х.Ф., Зейдака А.А. Изучение взаимосвязи химической структуры и биологической активности полисахаридов дрожжевой оболочки. // Тез. докл. VI Всесоюзн. конф. по химии и биохимии углеводов. М.: Наука. 1977. С. 23.
16. Безвременко И.А. Афинная хроматография. Киев. Наукова думка. 1979. 56 с.
17. Беззубов А.Д., Хатина А.И. О применении пектина как профилактического средства при интоксикации стронцием. // Гиг. труда и проф. заболевания. 1961. № 4. С. 39-42.
18. Беленький М.Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта. Л.: Медицина. 1963. С. 132.
19. Беккер Г., Бергер В., Домшке Г. Органикум. М.: Мир. 1992. Т. 2. С. 472.

20. Белоусова Л.С., Денисова Л.В., Никина С.В. Редкие растения СССР. М.: Лесная промышл. 1979. С. 215.
21. Березовская Т.П., Прищеп Т.П., Доцимнская Н.В. Фармакологическое исследование дикорастущих растений флоры Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: СО АМНСССР. 1983. С. 97.
22. Боброва Л.Н., Степаненко Б.Н. Изучение гликогенов, полученных разными методами, при помощи хроматографии на ДЭ-АЭ-целлюлозе. // Биохимия. 1972. Т. 37. Вып. 5 С. 907-913.
23. Богданова Е.К., Филатова Н.С. Лечение больных туберкулезом кожи противотуберкулезными средствами в сочетании с пирогеналом. // Пирогенал. М.: Медицина. 1965. С. 394-399.
24. Блинова К.Ф. Исследование дубильных растений. // Материалы исследований лекарственных средств и сырья. Ленинград, 1959. С. 60-72.
25. Боднар Г.В. Зернобобовые культуры. М.: Колос, 1977. 255 с.
26. Болотина Т.Т. Электрофорез полисахаридов. // Успехи биологической химии. М. 1963. Т. 5. С. 239-250.
27. Бородулина А.А., Алешина Н.В. Характеристика семян сои селекции ВНИИМК по содержанию и активности лектинов. // Научно-технический бюллетень ВНИИ масличных культур. 1988. С.21-22.
28. Бородулина А.А., Алешина Н.В. Влияние термической и химической обработки на структуру лектинов семян сои. // Науч.-техн. бюл. ВНИИ маслич. культур, 1989. Т.1. С.15-17.
29. Бранд Д., Эглингтон Т. Применение спектроскопии в органической химии. М.: Мир. 1967. С. 279.
30. Брауде А.Н., Вайсберг Г.Е., Афанасьева Т.И. О влиянии полисахаридов-циинов и некоторых других биологически активных полисахаридов на воспаление. // Антибиотики. 1960. Т. 5. № 6. С. 91-97.
31. Брауде А.Н., Вайсберг Г.Е. Об участии ретикуло-эндотелиальной системы в осуществлении биологического действия бактериальных полисахаридов. // Докл. АН СССР. 1961. Т. 36. № 2. С. 453-455.

32. Брауде А.И., Вайсберг Г.Е. Экспериментальное изучение механизма действия биологически активных полисахаридов микробного происхождения. // Углеводы и углеводный обмен. Материалы II Всесоюзной конф. по проблеме: химия и обмен углеводов. М.: Изд. АН СССР. 1962. С. 279-284.
33. Брауде А.И., Вайсберг Г.Е., Афанасьева Т.И. О влиянии полисахаридов-циинов и некоторых других биологически активных полисахаридов на воспаление. // Антибиотики. 1960. Т. 5. № 6. С. 91-97.
34. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. М.: Россельхозиздат, 1983. 256 с.
35. Вайсберг Г.Е. Сравнительное исследование биологической активности некоторых микробных полисахаридов. // Бюлл. экс. биол. и мед. 1966. Т. 61. №4. С. 39-41.
36. Вайсберг Г.Е., Брауде А.И., Голосова Т.В. Биологическая активность полисахарида глюкана. // Бюлл. экспер. биол. и мед. 1963. Т. 55. № 6. С. 84-87.
37. Вайсберг Г.Е. Получение и изучение биологической активности полисахаридных комплексов ацетоксанов и продигиозана: Автореферат дисс. док. мед. наук. М., 1964. С. 20.
38. Вайсберг Г.Е. Сравнительное исследование биологической активности некоторых микробных полисахаридов. // Бюлл. экс. биол. и мед. 1966. Т. 61. №4. С. 39-41.
39. Васильев Т.В., Саксонов П.Т. К фармакологии некоторых высокомолекулярных полисахаридов. // Бюлл. экспер. биол. и мед. 1957. Т. 744. № 10. С. 77-79.
40. Введенская О.И., Ликина Т.Н., Ермольева З.В. Некоторые свойства полисахаридных комплексов, полученных из холероподобных вибрионов. // Журн. микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. 1972. № 3. С.39-43.
41. Витовская Г.А., Розенберг Ю.С. Защитное действие некоторых дрожжевых полисахаридов при отравлении белых мышей четырёх-

хлористым углеродом. // Фармакология и токсикология. 1974. Т. 37. № 5. С. 619-620.

42. Владыкина Р.И. Влияние микроэлементов на урожайность многолетних трав на фоне повышения доз удобрений и орошения. // Агрохимия. 1987. №5. С.67-72.

43. Власюк П.А., Доля В.П. Влияние микроэлементов и бактериальных препаратов на урожай и качество овощей. // Труды Украинского института Физиологии растений. Киев, 1958. № 13-14. С. 153-158.

44. Вичканова С.А., Адгина В.В., Изосимова С.В., Фатеева Т.В. Изучение антимикробной активности растений рода *Potentilla* (сем. Розоцветные). // Новые лекарственные препараты Сибири и Дальнего Востока. Томск. 1986. С. 31.

45. Волкинд И.В., Гуревич И.Я., Урюпов О.Ю. Рецептурный справочник для врачей и фармацевтов. Л. 1976. С. 647.

46. Высочина Г.И. Флавоноиды сибирских видов рода *Polygonum* L в связи с систематикой рода: Автореф. канд. дис. Новосибирск. 1969. С. 18.

47. Гаммерман Л.Ф. Лекарственные растения: растения-целители. 2-е изд. М. 1976. С.389.

48. Гладышев Б.Н., Щербухин В.Д., Афанасьева Е.М. Влияние глюкоманнанов на липидный обмен ткани печени при регенерации. // Труды Моск. обл. научно-исслед. клинич. инс-та. 1980. Т. 29. С. 109-112.

49. Гнидец Д.К. Сложные фармацевтические препараты из травы водяного перца. // Автореф. канд. дис. Львов. 1951.

50. Годнев Т.Н., Лешина А.В. К вопросу о влиянии кобальта на урожайность и накопление хлорофилла у некоторых овощных культур. Вопросы физиологии растений и микробиологии. Минск: АН БССР. 1959. С. 13-15.

51. Гончаров А.И. Влияние полисахаридного комплекса растительного происхождения на интенсивность гнойно-воспалительных процессов. // Микробиол., эпидемиол. и клиника инфекц. болезней. 1982. Т. 11. С. 50-53.

52. Гончаров А.И., Черненко В.Д., Падалка Г.И. Влияние полисахаридного комплекса растительного происхождения на образование столбнячного антитоксина. // Микробиол., эпидемиол. и клиника инфекц. болезней. 1982. Т. 11. С. 14-16.
53. Губен – Вейль. Методы органической химии. М.: Химия. 1967. Т. 2. С. 1032.
54. Гуцура В.В., Саратовиков А.С. Фармакологические агенты в экспериментальной медицине и биологии. Томск. 1977. С. 156.
55. Гюльяхмедов А.Н., Эюбов С.М., Агаев А.Н. Влияние микроудобрений на некоторые физиологические процессы в кукурузе и ее урожайность. // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов. 1981. Т.3. С. 227-232.
56. Дагис И.К., Вансавачене В.Н. Влияние микроэлементов на урожай растений и активность ферментов в листьях. // Сб. Применение микроэлементов в с/х и медицине. Рига. 1965. 152 с.
57. Данилова Г.А. О действии кобальта на растения. // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения. 1961. Вып. 38. С. 25-28.
58. Дебелый Г.А., Калинина Л.В., Дупляк А.И. Зернобобовые культуры в Нечерноземье. М.: Россельхозиздат. 1985. 125 с.
59. Дикорастущие полезные растения Крыма. // Под ред. Н.И. Рубцова. Ялта, 1971. С. 280.
60. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. С. 351.
61. Дубиковский Г.Т., Дорошкевич Е.И. Влияние микроудобрений на урожайность и качество кормовых культур. Городнев: Из-во ГСХИ. 1988. С.17-19.
62. Ермаков П.А., Матвеева Е.П. Важнейшие кормовые растения Южного Алтая. Природа, 1988. № 6. С. 101-102.

63. Ермольева З.В., Вайсберг Г.Е., Брауде А.И. Воздействие бактериальных полисахаридов на опухолевый рост в эксперименте. // Антибиотики. 1965. Т. 10. № 2. С. 134-137.
64. Жданов Ю.А. Практикум по химии углеводов. М.: Высш. Школа. 1973. С. 204.
65. Запорожан З.Е. Влияние микроэлементов на урожай и качество картофеля и капусты в условиях правобережной (центральной) лесостепи УССР: Автореф. дис. к. с.-х. н. Киев, 1973. 25 с.
66. Иваницкий С.Б., Лобанов В.Г., Назаренко С.В. Биологические и технологические аспекты использования сои при получении пищевых продуктов. // Изв. вузов. Пищевая технология. 1998. С.9-10.
67. Камалова Э.Г., Давыдова В.А., Лазарева Д.Н. Противовоспалительная активность некоторых производных сульфолана. // Фармак. и токсикол. – 1979. Т. 42. № 3. С. 261-265.
68. Камышников В.С. Клинико-биохимическая лабораторная диагностика: Справочник в 2-х ч. 2-е изд. Минск, 1986. Ч.1. 495 с. Ч.2. 463 с.
69. Кедров – Зихман О.К., Розенберг Р.Е., Пропащак Л.Н. Действие кобальта и молибдена на урожай с/х растений на дерново – подзолистых и торфяных почвах Белоруссии. // Труды Всесоюзного совещания по микроэлементам. Изд-во АН СССР. Рига, 1956.- С.45-48.
70. Каталымов М.В. Проблема микроудобрений. // Химическая наука и промышленность. 1956. Т. 1. № 2. С. 26-28.
71. Кукреш Л.В. Вика. Корма. Основа интенсификации животноводства. М.: Агропромиздат, 1986. 46 с.
72. Качанова Г.Ф. Микроэлементы в тепличных грунтах бессменного и длительного использования. // Применение удобрений под овощные культуры в открытом и защищённом грунте. М.,1988. С. 121-126.
73. Кукреш Л.В., Кулаева Р.А., Лукашевич Н.П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии. Минск: Урожай, 1989. 115 с.

74. Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э., Вавилов Н.С. Особенности ультрадисперсного железа низко-температурного водородного восстановления. // ДАН. 1994. Т. 338. № 1. С. 127-129
75. Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э., Вавилов Н.С. Микрометаллургические процессы восстановления нанокристаллического железа // Национальная металлургия. 2003. № 1. С. 105-106.
76. Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Биологически активные нанопорошки железа. Москва: Наука. 2006. С.126.
77. Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Активация прорастания семян ультрадисперсными порошками железа. // Достижения науки и техники АПК. 2001. № 9. С. 7-8.
78. Кожемякин В.С. Влияние комплексонатов металлов на рост урожая картофеля. // Тезисы докладов. Уфа, 1989. С. 59-61.
79. Кормановский М.А. Химический состав и питательность кормов Казахстана. Алма-Ата: Казсельхозгиз. 1962. С. 228.
80. Королёв Н.П. Функции лектинов в клетках. // Итоги науки и техники. Общие проблемы физико-химической биологии. М.:ВИНИТИ,1984.Т.1.350 с.
81. Коротя Е.Я. Влияние микроэлементов на урожай и качество конопляной продукции. // Селекция, технология возделывания, уборки и первичной обработки конопли. Глухов, 1989. С. 26-31.
82. Крылова Н.В., Беседнова Н.Н., Соловьева Т.Ф. Противовоспалительное действие полисахарида, полученного из культуры клеток женьшеня. // Антибиотики и химиотерапия. 1990. Т. 35. № 4. С. 41-42.
83. Королев П.Н. К механизму противоязвенного действия полиглюкина. // Актуальные вопросы патологической физиологии: Тез. III научной конф. патофизиологов Прибалт. соц. республик и БССР. Каунас.1976. С. 69-70.
84. Кочетков Н.К. Химия природных соединений. М.: Изд-во АН СССР. 1961. С. 558.

85. Кочетков Н.К., Дмитриев Б.А., Усов А.И. Хроматография производных моносахаридов в тонком слое алюминия. ДАН СССР. 1962. Т. 143. №4. С. 863-866.
86. Крабе П. Применение хироптических методов в химии. М.: Мир. 1974. С. 168.
87. Ладыгина Е.Я., Енгальчева Е.И., Рожкова Н.В. О противовоспалительной активности полисахаридов мать-и-мачехи. // Фармация. 1982. № 2. С. 37-39.
88. Лессовой В.С., Прокофьева Е.И. Некоторые биологические свойства микробных полисахаридов. // Результаты и перспективы научных исследований микробных полисахаридов: Тез. докл. науч. конф. Л. 1978. С. 71-72.
89. Леонов В.А., Терентьева М.В. Пути обогащения растительных и животных продуктов недостающими в почве микроэлементами. // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв: Сб. науч. труд. Ростовский университет, 1962. С. 58-62.
90. Липинский С.С. Экспериментальные исследования влияния пектина на выделение кобальта из организма. // Гиг. труда и проф. заболевания. 1961. №4. С. 47-51.
91. Липская Г.А. О роли кобальта в накоплении пигментов и формировании фотосинтетического аппарата растений. // Минск: Биохимия, 1973. Вып.1. С.164-168.
92. Липская Г.А. Действие совместного внесения кобальта, молибдена и цинка на хлорофиллоносный аппарат сахарной свеклы. // В кн.: Микроэлементы и естественная радиоактивность. Петрозаводск. 1965. С.103.
93. Липская Г.А., Коломенцева Н.В. Влияние кобальта, накопившегося в семенах, на формирование фотосинтетического аппарата растущих листьев ячменя. // В кн.: Микроэлементы и естественная радиоактивность. Петрозаводск. 1965. С. 104.

94. Луцик М.Д., Панасюк Е.Н., Антонюк В.А., Луцик А.Д. Методы поиска лектинов и определение их иммунохимической специфичности. Львов, 1980. 20 с.
95. Мадьянов П.В., Фатьянов А.С., Войнин Л.М. Микроэлементы и микроудобрения в подзолистой зоне русской равнины. Казанский государственный университет, 1972. 86 с.
96. Малова О.П. Влияние лапчатки гусиной на гладкомышечные органы и некоторые функции сердечно-сосудистой системы. // Науч. труды Омск. мед. Инс-та. 1969. №89. С. 45-48.
97. Мамедов З.И. Влияние микроэлементов на урожайность капусты. // Сб. Микроэлементы в с/х. Москва, 1963. С.34-36.
98. Марков Е.Ю., Хавкин Э.Е. Лектины растений, предполагаемые функции. // Физиология растений. 1983. Вып.5. С. 852-867.
99. Маслаков Д.А., Эйсмонт К.А. Биологическая активность некоторых полисахаридов и их клиническое применение. Минск: Беларусь. 1977. С. 128
100. Маслаков Д.А., Эйсмонт К.А. Общие закономерности действия на организм препаратов полисахаридной природы. // Актуальные вопросы патологической физиологии: Тез. III научн. конф. патофизиолог. Прибалт. соц. респ. и БССР. Каунас. 1976. С. 102-104.
101. Матвеев Л.Ю., Сибилева Л.А., Прищеп Т.П. Противовоспалительные свойства некоторых видов лапчатки. // Новые лекарственные препараты из растений Сибири и Дальнего Востока. Томск. 1989. Т. 2. С. 104-105.
102. Машковский М.Д. Лекарственные средства: В 2-х ч. 10-е изд. М., 1985. Ч. 1. 624 с. Ч. 2. С. 575.
103. Медведев В.А., Мазаев А.П. Влияние гепарина на васкуляцию ожоговой раны. // Научные труды Новосибирского мед. инс-та. 1973. Т. 69. С. 211-232.
104. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии. М.: МГУ, 2001. 558 с.

105. Михейская Н.П., Оводова Р.Г., Оводов Ю.С. Пектиновые вещества морских трав: VI. Исследование деградированного зоостерина. // Химия природ. соединений. 1971. № 3. С. 246–249.
106. Муравьёва В.И., Баньковский А.И. Исследование растений, применяемых в народной медицине на содержание аскорбиновой кислоты. // Тр. ВНИИ лекарственных и ароматических растений. 1947. Вып. 9. С. 39-118
107. Навашин С.М., Брауде А.И. Действие бактериального полисахарида ацетоксана на перевиваемые опухоли. // Вестник АМН СССР. 1964. № 3. С. 23-28.
108. Нешта И.Д., Чабанов Н.К. Химическое и фармакологическое изучение растений семейства Розоцветные. // Новые лекарственные препараты Сибири и Дальнего Востока. Томск. 1986. С. 122-123.
109. Оболенцева Г.В., Хаджай Н.И. О влиянии некоторых природных полисахаридов на дистрофические процессы в желудке. // Экологическая регуляция обменных процессов. Л. 1972. С. 121-124.
110. Оводов Ю.С. Химия гликуроногликанов. // Химия природных соединений. 1975. № 3. С. 300-315.
111. Оводов Ю.С., Павленко А.Ф. Полисахариды бурых водорослей. // Химия природных соединений. 1970. № 4. С. 400-402.
112. Оводов Ю.С., Соловьева Т.Ф. Полисахариды *Panax Ginseng*. // Химия природных соединений. 1966. № 5. С. 229-303.
113. Николаевская А.А. Влияние росторегулирующих веществ и микроудобрений на урожайность картофеля. // Пути интенсификации овощеводства. Киев, 1987. С. 66-74.
114. Орлов В.П., Исаев А.П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии. М.: Агропромиздат, 1986. 167 с.
115. Павлов Г.В., Фолманис Г.Э. Биологическая активность ультрадисперсных порошков: Монография. // Под общ. ред. академика, вице-президента РАСХН Эрнста Л.К. и академика МАЭН Артюшина А.М.

М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1999. 78 с.

116. Панкова И.А. Травянистые С-витаминосы. // Науч. тр. Ботанич. ин-т им. В.Л. Комарова АН СССР. 1949. Сер. 5. Вып. 2. Растительное сырьё. С. 292-478.

117. Пейве Я.В. Микроэлементы и их значение с сельском хозяйстве. М.: Сельхозгиз., 1961. 63 с.

118. Персикова Т.Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений. Монография. // Белорусская ГСХА, 2002. 82 с.

119. Преображенская М.Е. О биологической активности полисахаридов: Обзор. // Вопросы мед. хим. 1964. Т. 10. С. 339-351.

120. Преображенская М.Е., Кузнецова В.М. Строение и биологическая активность нативных декстранов. // Химия и биохимия углеводов. М.: Наука, 1969. С. 143-147.

121. Преображенская М.Е., Кузнецова В.М. Строение и биологическое действие некоторых полисахаридов. // Мат. II Всесоюз. биохим. съезда. Ташкент. 1969. С. 330-332.

122. Преображенская М.Е., Кузнецова В.М., Розенфельд Е.Л. Изучение активности дрожжевых глюканов в отношении пропердиновой системы. // Вопр. мед. хим. 1961. Т. 7. № 2. С. 158-163.

123. Панкова. И.А. Травянистые С-витаминосы. // Науч. тр. Ботанич. ин-т им. В.Л. Комарова АН СССР. 1949. Сер. 5. Вып. 2. Растительное сырьё. С. 292-478.

124. Пешкова В.А., Мартынов А.М., Шумайлова М.П., Федосеева Г.М. Фитохимическое исследование растений рода шизонерета и лапчатка. // Тезисы докл. 3-го Всесоюз. съезда фармацевтов. Кишинёв. 1980. С. 192.

125. Положий А.В. Лекарственные растения Сибири. Томск. 1987. С.160.

126. Полякова О.П., Селиванов В.Н., Зорин Е.В. Предпосадочная обработка клубней картофеля нанокристаллическими микроэлементами. // Достижения науки и техники АПК. 2000. № 8. С. 18–20.

127. Попова Л. Полифенольные соединения лапчатки серебристой. // Тез. докл. 19-ой науч. конф. Л. 1970. С. 65-66.
128. Репьев С.И. Интенсификация производства вики. Л.: Лениздат, 1988. 72 с.
129. Рогозкин Д.В., Андрианова И.Е., Разоренова В.А. Противолучевые свойства дрожжевых полисахаридов. // Радиобиология. 1974. Т. 14. № 5. С. 773-776.
130. Рубанская А.А. Влияние пектина на всасывание радиостронция из желудочно-кишечного тракта в эксперименте. // Гиг. т руда и проф. заболевания. 1961. № 4. С. 43-47.
131. Рябых Р.С., Чуприкова О.А. Микроудобрения под томаты. // Химизация сельского хозяйства. 1988. № 7. С. 51-53.
132. Сапожникова Е.В. Пектиновые вещества и пектолитические ферменты. М.: ВИНТИ. 1971. С. 243.
133. Сапожникова Е.В. Пектиновые вещества плодов. М.: Наука. 1965. С. 182
134. Селиванов В.Н., Зорин Е.В., Сидоров Е.Н. Пролонгированное воздействие ультрадисперсных порошков металлов на семена злаковых культур. // Перспективные материалы. 2001. № 4. С. 66-69.
135. Сахобиддинов С.С. Дикорастущие лекарственные растения средней Азии. Ташкент: Госиздат УзССР. 1948. С. 216.
136. Свиридов А.Ф., Гинсов О.С. Химические методы частичного расщепления полисахаридов. // Биоорганическая химия. 1976. Т. 2. № 3. С. 315-350.
137. Святухин М.В., Бодарев А.А., Вьюнсковский Д.Н. Влияние нативного декстрана на развитие отека обожженной ткани на гемоконцентрацию при обширных ранах. // Пробл. гематол. и перелив. крови. 1960. Т. 5. № 4. С. 39-44.
138. Семенов Л.Ф., Стасилевич З.К., Ермольева З.В. Исследование противолучевых свойств микробных антигенов и полисахаридов. // Антибиотики. 1968. Т. 13. № 3. С. 272-275.

139. Сергеев А.В., Ревадова Е.С., Денисова С. И. Иммуномодулирующая и противоопухолевая активность полисахаридов растительного происхождения. // Бюлл. экпер. биол. и мед. 1985. Т. 100. № 12. С. 741-743.
140. Семина С.В., Полищук С.Д. Выделение и изучение строения водорастворимых полисахаридов некоторых кормовых культур семейства Розоцветные. // Сборник РГСХА: Современные экологически устойчивые энерго-ресурсосберегающие технологии и системы сельскохозяйственного производства и защиты окружающей среды. Рязань, 1997. С.48-50.
141. Семина С.В., Полищук С.Д. Определение содержания водорастворимых полисахаридов в наземных частях лапчатки гусиной, лапчатки серебристой и лапчатки прямостоячей. // Сборник РГСХА: Современные экологически устойчивые энерго-ресурсосберегающие технологии и системы сельскохозяйственного производства и защиты окружающей среды. Рязань. 1998. С.131-132.
142. Синилова Н.Г., Дуплишева А.П., Ромашевская Е.И. Химическая структура и иммуномодулирующая активность высокомолекулярных полисахаридов. // Вопросы мед. химии. 1987. Т. 33. Вып. 6. С. 103-107.
143. Складчиков Л.Я., Губанов И.А. Лекарственные растения в быту. М. 1995. С. 272.
144. Скоупе Р.С. Методы очистки белков. // Пер. с англ. проф. В.Н. Антонова. М.: Мир, 1985. 208 с.
145. Слука Е.Т., Дачшин М.А. Сравнительное фитохимическое изучение некоторых видов лапчатки, произрастающих во Львовской области. // Тез. докл. 3-го съезда фармацевтов УССР. Харьков. 1979. С. 253-254.
146. Смирнов Н.Н. Лекарственные и технические растения Сибири. Омск. 1959. С. 234.
147. Соколов В.С. Алкалоидоносные растения СССР. М-Л.: изд-во АН СССР. 1952. С. 379.
148. Соколова И.П., Гавриленко И.С. К вопросу о механизме противоопухолевого действия маннана на меланомы В-16 и Гардинга –

Пасси. // Рез. и перспективы науч. иссл. микробных полисахаридов: Тез. докл. всесоюз. конф. 1978. С. 85-86.

149. Степаненко Б.Н. Химия и биохимия углеводов (полисахариды). М.: Высш. Школа. 1978. С. 256.

150. Степаненко Б.Н., Узденникова Т.С. Синтез некоторых солей четвертичных аммониевых оснований. // Химико-фармацевтический журн. 1974. Т.8. № 10. С.21–24.

151. Субботин А.Д. Иммунобиологические свойства прозрачной зоны и ооцитов млекопитающих в связи с взаимодействием лектинов. // Вестник с/х науки. 1990. Т.6. С. 83-86.

152. Сургучева М.П., Киреева А.Ю. Комплексоны и комплексоны микроэлементов и их применение в земледелии. // Микроэлементы в с/х. Сб. науч. тр. 1993. 90 с.

153. Тимашов Н.Д. Влияние микроэлементов меди и кобальта на содержание нуклеиновых кислот в листьях картофеля. ДАН СССР. 1958. Т.119. №6. С. 27-29.

154. Триль В.М. Использование лапчаток юго-восточного Алтая. // Охрана, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Алтайского края. Барнаул. 1975. С. 259-262.

155. Триль В.М. Сравнительный анализ фенольных веществ рода *Potentilla* L. юго-восточного Алтая. // Растит. ресурсы Южной Сибири и пути их освоения. Новосибирск. 1977. С. 33-45.

156. Туркова Я. Афинная хроматография. М.: Мир, 1980. 94 с.

157. Уильямс Б., Уилсон К. Методы практической биохимии. М.: Мир. 1978. 210 с.

158. Уистлер Р., Бемиллер Д. Методы исследования углеводов. М: Мир. 1975. С. 512.

159. Уистлер Р., Уолфром М. Методы химии углеводов. М.: Мир. 1975. С. 446.

160. Филиппов М.П. Инфракрасные спектры пектиновых веществ. Кишинев: Штиинца. 1978. С. 76.
161. Филиппович Ю.Б., Егорова Т.А., Севостьянова Т.А. Практикум по общей биологии. М.: Просвещение, 1975. С. 67-74.
162. Фолманис Г.Э., Коваленко Л.В. Ультрадисперсные металлы в сельскохозяйственном производстве. М.: ИМЕТ РАН. 1999. С. 80.
163. Хайс И.М., Мацек К. Хроматография на бумаге. М.: Изд-во иностр. лит. 1962. С. 254.
164. Чекулаева Г.Ю., Чурилов Г.И. Выделение и химико-биологическое исследование полисахарида из лекарственного сырья. // Российский медико-биологический вестник. 2002. № 3,4. С. 95-100.
165. Чекулаева Г.Ю. Химико-биологическое исследование полисахарида выделенного из травы Горца птичьего. / Г.Ю. Чекулаева, Г.И. Чурилов. /// Тез. докл. VII межд. съезд Фитофрам 2003. С-Петербург. 2003. С. 98-101.
166. Чижов О.С., Малышева Н.Н., Кочетков Н.К. Определение структуры ацетатов N-арилгликозиламинов дисахаридов по их масс-спектрам. // Известия АН СССР, сер. «Химия». М. 1973. № 5. С. 1030-1040.
167. Чижов О.С., Полякова Л.А., Кочетков Н.К. Масс-спектроскопические исследования углеводов. ДАН СССР. 1964. Т. 158. № 3. С. 685-688.
168. Чукавина А.Г. Род горец-Polygonum. // Флора Таджикской ССР. Л. 1968. С. 266-290.
169. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Хроматографический анализ накопления моносахаридов в кормовых растениях. // Труды межвуз. конф. по кормовым растениям. Н. Новгород. 1992.
170. Чурилов Г.И., Акулышина Е.В., Дармограй В.Н. Изучение газохроматографическим методом моносахаридного комплекса лекарственного сбора для лечения пиелонефрита. // Труды научно практической конференции. Ярославль. 1977.
171. Чуролинов П. Фитотерапия в дерматологии и косметике. София. 1979. С. 148

172. Шаламова Г.Г., Чурилов Г.И., Яковлев А.И. Химический состав надземной части трех видов *Poligonum*. // Растительные ресурсы. 1983. №4. С.526-528.
173. Щербухин В.Д. Применение инфракрасной спектроскопии к изучению углеводов. // Успехи биол. химии. 1968. Т. 9. С. 198-219.
174. Щербухин В.Д., Кузнецов А.А., Афанасьева Е.М. Растительные глюкоманнаны: тонкая структура и биологическая активность. // Тез. докл. VI Всесоюзн. конф. по химии и биохимии углеводов. М.: Наука. 1977.
175. Эберт Д., Фоке И., Клейн В. Выращивание зернобобовых культур на промышленной основе. М.: Колос, 1981. 160 с.
176. Яковлев А.И., Чурилов Г.И., Гинак А.И. Полисахаридный состав *P. aviculare* L. // ХПС. 1985. №5. С.619.
177. Яковлев А.И., Чурилов Г.И. Полисахариды *P. aviculare* L. // ХПС. 1978. № 6. С. 95.
178. Яковлев А.И., Чурилов Г.И. Выделение и химическое исследование полисахаридов горца перечного *P. hadrapiper* L. // Тез. докл. Всерос. съезда фарма-тов. Воронеж. 1981.
179. Яковлев А.И., Чурилов Г.И. Динамика содержания и характеристика полисахаридов в надземных частях *P. hadrapiper* L. // Растит.рес. 1982. №4. С.68-71.
180. Яковлев А.И., Чурилов Г.И., Кулешов П.В. Динамика содержания и характер полисахаридов в надземных частях *P. avicular e*. // Растит, рес. 1980. Т 16. С. 569-571.
181. Яковлев А.И., Чурилов Г.И., Буданцева С.И. Изыскание новых лекарственных средств растительного происхождения полисахаридной природы для применения в гастроэнтерологии. // Тез.докл. Всесоюз. конф. по химии и биохимии углеводов. Пущино. 1982. С. 68.
182. Яковлев А.И., Чурилов Г.И., Скокова И.Г. Химическое исследование горца птичьего *P. aviculare*.L. // Тез. докл. III Всес.съезда фармацевтов. Кишинев. 1980.

183. Ясиновский М.А., Лещинский А.Ф., Руденко Н.В. Противоревматические средства. Киев. 1972. С. 188.
184. Abdel M-Acher. Reduction of the products of carbohydrates: VIII. The constitution of glycogen. // Arch. biochem. biophys. 1958. Vol. 78. № 2. P. 451-459.
185. Acton R.T. Contemporary Topics in Immunobiology. / R.T. Acton, P.E. Weinheimer // Ed E.L. Cooper. New York: Plenum Press, 1975. V.4.-p.271-282.
186. Akiyama S.K. In Connective Tissues and Diseases of Connective Tissues. / S.K. Akiyama, K.M. Yamada. Eds. R. Fleischmajer, B. Warner, Williams and Wilkins Co. Baltimore, 1982 P. 55-56.
187. Amin E.S. The polysaccharides of chara (a Fresh-water Alga): Part II. The isolation and study of chara Hemicellulose. // J. chem. soc. 1955. №5. P. 282-284.
188. Ambler Y.E. Sites of iron reduction in soybean plants. / Y.E. Ambler, Y.C. Brown, H.G. Gauch. Agron, 1971. P. 95-97.
189. Antonopoulos C.A. The precipitation of polyanions by Long-chain aliphatic ammonium compounds: IV. Flution in salt solutions of mucopolysaccharide outernary ammonium complex adsorbed on A support. / C.A. Antonopoulos, E. Borelins, S. Gardell, B. Hamn-Strom, J.E. Scott. // Biochim. Biophys. 1961. Vol. 54. № 2. P. 213.
190. Aspinall G.O. Ges-liquid partition chromatography of methylated and partially methylated methyl glycosides. // J. chem. society. – 1963. – № 3 (part 1). – P. 1676-1680
191. Aspinall G.O. Polysaccharides. N.-Y.: Pergamon Press. 1970. P. 225.
192. Aspinall G.O., Hunt K., Morrison J.M. Polysaccharides of soy-beans: Part V. Acidic polysaccharides from the roots. // J. chem. soc. 1967. № 11. P. 1080–1086.
193. Aspinall G.O., Yrain I.W., Whyte I.L. Lemonpeel pectin: Part I. Fractionation and partial hydrolysis of water-soluble pectin. // Carbohydrate Res. 1968. Vol. 7. № 4. P. 442-452.
194. Bakst M.R. Oviducal storage of spermatozoa in the turkey its relevance to artificial insemination lechobgy. / M.R. Bakst // Brit. Poultry. Sc. U.S.A., 1989. T. 30. №2. P. 423-429.

195. Barher S.A., Stacey M., Zweifel G. The separation of neutral polysaccharides. // Chem. and Industry. 1957. № 11. P. 330.
196. Barry V.C Regalated degradation of 1,3-polysacchrides. // Nature. Vol. 152. № 3862. P. 537-538.
197. Bate-Smith E.C. Cromatographi and taxonomy in the Rosaceae, with special reference to Potentilla and Prunus. // Bot. J. Linn. Soc. 1961. Vol. 58. № 370. P. 39-54.
198. Berenson G.S. A study of acid mucopolysaccharides of bovine sorta with the aid of A chromatographic procedure for separating sulfated mucopolysaccharides.//Biochem.et biophys.acta. 1958. Vol.28. №1. P.176.-183.
199. Bobbitt J.M. Periodate oxidation of carbohydrates. Adv. in carbohydrate chem. a. biochem. 1956. Vol. 11. P. 1-41.
200. Bouveng H.O., Kiessling H., Lindberg B., Kay I.M. Polysaccharides elaborated by Pullularia pullulans: Part I. The neutral glucan synthesised from sucrose solutions.//Acta chem. scand. 1962. Vol. 16. № 3. P. 615-622.
201. Braconnot M.H. Memoire sur le principe gelatineux des fruits ets. // Ann. de chimie et de physique. 1931. T. 47. P. 266-270.
202. Braconnot M.H. Recherches sur un nouvel. Acide universellement repandu dans les vegelaux. // Ann. de chimie et de physique. 1825. T. 28. P. 173-178.
203. Brown A.L. Evidence for translocation of iron in plants. / A.L. Brown, S. Yamaguchi, Yeaf-Diar // Plant Physiol.1965. № 40. P. 35-38.
204. Brown Y.C. Effect of iron on the transport of citrate into the xylem of soybeans and tomatoes. / Y.C. Brown, B.L. Chaney // Plant Physiol. 1971. № 47. P. 836-840.
205. Bywater R. Purification of lectins on beaded polysaccharide materials. / R. Bywater // Chramatogr.Synth.Biol.Poly.1978. P. 325-329.
206. Carregg P.I., Lindberg B. The constitution of an Araboxylan from Scots Pine (pinus silvestris L). // Acta chem. Sand. 1960. Vol. 14. № 4. P. 871-876.

207. Chanda S.K., Hirst E.L., Jones J.K.N., Percival E.G.V. The constitution of xylan from Esparto Grass (*stipa tenacissima* L). // J.chem.soc. 1930. №5. P. 1289-1297.
208. Churms S.C., Stephen A.M., Bijl P. The effect of sample concentration on gel chromatography of polysaccharides on polyacrylamide gels. // Chromatography. 1970. Vol. 47. № 1. P. 97-99.
209. Demain A.L., Phaff H.J. The preparation of totagalacturonic acid. // Arch.biochem.biophys. 1954. Vol.51. № 1. P.114-121.
210. Del-Rio L.A. Yzon oleficiency in pea plants. Effect on catalase, peroxides, chlorophyll and proteins of leaves. / L.A. Del-Rio, N. Gomes, Y. Yanez, A. Zeal, L. Gorge. // Plant soil. 1978. № 49. P. 343-353.
211. De Sreux U., Chuysen I.M. La polydispersite de l'acide ribonucleique de la levure. // Bull. societes chim. Belges. 1951. Vol.60. № 9-10. P.410-423.
212. Dungarwal H.S. Effect of foliar spray of sulphuric acid in the prevention of chlorosis in peanut. (*Arachis hypogaea* L.) / H.S. Dungarwal, P.N. Mathur, H.G. Singh. // Comm. Soil Sci. Plant Anal. 1974. P.331-339.
213. Easterby D.G., Jones J.K.N. Composition of Linsced Mucilage. // Nature. 1950. Vol.165. № 4198. P. 614.
214. Ehrlich F. Die Pektinstoffe, ihre Konstitution und Bedeutung. // Chem.Ztg. 1917. Bd. 41. S. 67-90.
215. Ewart M.H., Charman R.A. Identification of stabilizing agents. // Analyt. chem. 1952. Vol. 24. № 9. P. 1460-1464.
216. Fefete Y. L'acide ascorbique a sa place dans l'alimentation du porc. // Rev. Aliment. Anim. 1984. T. 378. P. 17-21.
217. Fellenberg T. Die Bestimmung des Pektins in Gewürzen. // Chem.Ztbl. 1916. Bd.1. № 12. S. 530-531.
218. Fischer F.G., Dorfel H. Die Polyuronsäuren der Braunalgen. // Hoppe-Seyler's Ztschr. für physiol. Chemie. 1955. Bd. 302. № 4-6. S. 186-203.

219. Forster A.B., Newto-Hearn P.A., Stacey M. Gonophores of carbohydrates: Part III. Behavior of some amylosaccharides and their reaction with borate ions. // J.chem.soc. 1956. P. 863-866.
220. French D. Isolation and identification of planteose from tobacco seeds. // J.Amer.chem.soc. 1955. Vol. 77. № 4. P. 1024-1025.
221. Gold R. Receptor specific proteins: plant and animal lectins. / R. Gold, P. Balding.- Amsterdam: Excerpta Medica, 1975. P. 521.
222. Gorin P.A.I. Katonalization of Carbon-13 magnetic resonance spectra of Yeast Manns and structurally related oligosaccharides. // Canad.J. chem. 1973. Vol. 51. № 14. P. 2375-2383.
223. Hamilton I.K., Kircher H.W. The constitution of a glucomannan associated with wood cellulose from western Hemlock. // J.amer.chem.soc. 1936. Vol. 80. №17. P. 4703-4709.
224. Hansel R., Hörhammer L. Phytochemisch-systematische Untersuchung über die Flavonglycoside einiger Polygonaceen. // Arch.Pharmazie. 1954. Bd. 287(59). № 4. S. 189-198.
225. Haverland F. Polygonum aviculare Z. Der Vogethnöterich. Eine botanisch-chemisch-pharmazeutische Bearbeitung. Pharmazie. 1963. №1. S. 1-92.
226. Haworth W.N. III-A new method of preparing alkylated sugars. // J.chem.soc. 1915. Vol. 107. Part I. P. 8-16.
227. Hengleil Z. I. Die Uron und Polyuronsäuren (Pektin und Alginsäure). // Handbuch der Pflanzen physiologie. Bd.6. 1968. S. 405-432.
228. Hirst E.L. The structure of karaya gum (cochlosper gossypium). / E.L. Hirst, S. Dunstan. // J. chem. soc. 1953. №8. P.2332-2337.
229. Hörhammer L., Rao S.B. Über die Isolierung von Quercitrin aus Polygonum hydro piper L. // Arch.Pharmazie. 1954. Bd. 287(59). S. 34-38.
230. Hynes R.O. Surfaces of Normal and Molignant Cells. New York, 1979. p. 721.

231. Jones H.G., Jones J.K.N. Separation and identification of methyl ethers of D-glucose and g-glucitol by gas-liquid chromatography. // Can.J.chem. 1969.Vol. 47. № 17. P. 3269-3271.
232. Kamel M.S. Effect of soil and foliar fertilization on inoculated soybeans./ M.S. Kamel, A.A. Metwelly, S.T. Abololla.// J:Agro Crop.Sc.1987. T. 158. №4. P. 217-226.
233. Kefalides N.A. In: Biology and chemistry of basement membranes. / N.A. Kefalides. New York: Acad Press, 1978. P. 215-228.
234. Karrer W. Konstitution und Vorkommen der organischen Pflanzensstoffe (exklusive Alkaloide). Basel; Stuttgart: Birkhauser. 1958. S. 1207.
235. Kertesz Z. J. The pectic substances. N.-Y.; London: Intersci. publ. 1951. P. 628.
236. Kühn R., Baer H. Zur Methylierung von N-Acetylglucosamin-Dezivaten. // Justus Liebigs Ann. der Chemie. 1958. Bd. 611. №1-3. S. 236-241.
237. La Rue D.O. Trace mineral concns and quality, Procduings. / D.O. La-Rue, M.D. Bernhardt. 1987 P. 1-13.
238. Link K.P., Nedden R. Improvements in the preparation of d-Galacturonic acid. // J.biol.chem. 1931. Vol. 94. № 1. P. 307-314.
239. Liner J.E. Phytohemagglutinins (Phytolectins). // Ann. rev.plant physiol. 1976. Vol. 27. P. 291-319.
240. Lowry O.H. Protein measurement with the Folin phenol reagent. / O.H. Lowry, N.S. Rosebrough. // S. Biol. Chem. 1951. №1. P.265.
241. Mastroratti I.O., Flematti S.M., Deferrari I.O., Gros E.C. Methylation of carbohydrates bearing base-labile substituents with diazomethaneboron trifluoride etherate I. // Carbohydrate Res. 1966. Vol. 3. № 2. P. 177-183.
242. Mori H. Induction of a hemagglutinating activity in the hemolymph of the silkworm, Bombyx mori, Infected with cytoplasmic polydrosis virus Y. / H. Mori, M. Ohyan, M. Lto. // Invertebr. Pathol. 1989. T.54. № 1. P.112-116.

243. Nassar A.M. Evalution of microelaments in muscles and some organs of broilers fed with excessive olietary mineral mixture. / A.M. Nassar, H. Shoeib, H.I. Waffa.//Assiut veter med Y. 1998. Vol. 40. № 79. P.35-37.
244. Neely W.B. Optical rotatory dispersion studies on Partially methylated cellulose. // Nature. 1960. Vol. 185. № 4707. P.159-160.
245. O'Connor, M. Effective use of trace elements. New Zealand: Farmer, 1986. T. 107. № 2. P.58-60.
246. Painter T.I. An attempt to devise an artificial Endopolisaccharase system. // J.chem.soc. 1962. T. 10. P. 3932-3940.
247. Painter T.I. Water-soluble Polystyrenesulphonic acid as a catalyst in the controlled fragmentation of very labile polysaccharides. // Chem. and Industry. 1960. № 39. P. 1214-1215.
248. Potier P. Structure de l'acide tormentique, acide triterpenique pentaccjclique isole des racines de Potentilla tormentilla Neck. (Rosacees). // P. Potier, B.C. Pas, A.M. Bui, M.M. Janot, A. Pourrart, H. Pourrat. // Bui. Suee. chim. Francee. 1966. Fasc. 11. P. 3458-3465
249. Price C.A. Yron compounds and plant nutrition. // Ann.Reu.Plant Physiol. 1968 P. 239-248.
250. Puride T., Irvine I.C.C. The alkylation of sugars. // J.chem.soc. 1957.Vol. 83. Part I. P.1021-1037.
251. Rebers P.A., Smith F. The constitution of iles mannan. // J.amer.chem.oseit. 1954. Vol. 76. №23. P. 6097-6102.
252. Saewan S.F., Buhl I.L., Harris E.E. Quantitative saccharification of wood and cellulose. // Industr. and Engineering chem. analytical Ed. 1945. Vol. 17. №1 P. 35-37
253. Salkowski E. Uber das Verhalten dest Arabans zu Fehling scher Losung./ E. Salkowski. // Hoppe Seyler s Ztschr fur Physiol. Chemie, 1902. Bd.35. P.3,8,240-245.

254. Sandford P.A., Conrad H.E. The structure of the aerobacter aerogenes A3(S1) polysaccharide IA reexamination using improved procedures for methylation analysis. // Biochem. 1966. Vol.5. №5. P. 1507-1517.
255. Schachman H.K. Ultra centrifugation in biochemistry. N.-Y.; London: Acad.Press. 1959. P.272.
256. Schindler H. Über sophora japonica L., eine rutin-reiche Droge Ostasiens. Zugleich ein Beitrag zur Geschichte des Rutin (Vitamin P). // Dtsch. Apotheker Ztg. 1954. Bd. 94. №. 41. S. 995-997.
257. Servastava H.C., Harshe S.N., Singh P.P. Methylation of carbohydrates: Part I. Use of dimethyl sulphoxide in the methylation reaction. // Indian J.chem. 1963. Vol. 1. № 7. P. 304-307.
258. Sevag M.G. Eine neue physikalische Entei weissungsmethode zur Darstellung biologisch wirksamer substanzen. / M.G. Sevag.// Biochem. Ztschr. 1934. Bd.273. №4-6. P.419-429.
259. Sherz H., Stehlic G., Bancher E., Kaendl K. Dunnschichtchromatographie der Kohle-hydrate. // Chromatographic Rev. 1968. Vol. 10. № 1. P. 1-17.
260. Smith F. The constitution of Arabie acid: Part I. The Isolation of 3-d-Galactosido-f-arabinose. // J.amer.chem.soc. 1939. Vol.5. P.744-753.
261. Smith F., Montgomery R. End group analysis of polysaccharides. // Methodes of biochem. Analysis. 1956. Vol. 3. P.155-212.
262. Smith F., Montgomery R. The chemistry of plant gums and some related polysaccharides. New York, London. 1959. P. 627.
263. Suarz S.S. Bull sperm binding to oviductal epithelium is mediated by a Ca^{2+} - dependent pektin on sperm that recognizes lewis-a trisae-charide./ S.S. Suarz, Y. Revah, M. Lo, S. Kolle. // Biol, Reprod. 1998. Vol. 59. № 1. P. 39-44.
264. Sugano N., Hayashi K. Studies on anthocyanins: XXXII. Anthocyanin of the seedlings of a Polygomum. // Botanical magasine. 1960. Vol. 73. №864. P.231-233
265. Surneva-Nakova T.K. Immunelectrophoretic studies on porcine zona pellucid antigens by means of lectins and specific antiserum. / T.K. Surneva-Nakova, L.S.

- Nakov, O.I. Yulumov, S.Y. Stavreva. // Biol. Ymmunol. Reprod. Cogwo, 1989. T.15. P. 41-44.
266. Swanson M.A., Cori C.F. Studies on the structure of polisaccharides: 1. Acid hydrolysis of starch- Line polysaccharides. // J. biol. chem. 1948. Vol. 172. № 2. P. 797-804.
267. Tronchet I. Les flavonoides de Polygonum aviculare L.: Effect du vieillissement et d'un traitement gibberellique. / I.Tronchet, B.Vullemin. Ann.sci. de un-te de Besanson. // Botanique. 1964. № 20 P. 17-25.
268. Valentin I. Die flavonole und Gerbstoffe ven Polygonum hydropiper L. / I.Valentin, G.Wagner. // Pharmaseutische Ztbl. 1953. Bd. 92. № 10. S. 354-364.
269. Villafranca J.J. The mechanism of aconitase action. // J.Biol.Chem. 1974. P. 6149-6155.
270. Vuento M. Physiol. Chem. / M. Vuento, R. Hoppe-Seyler. 1979. P.1327-1333.
271. Voelter W. Impuls-Fourier-transform-¹³C-NMR-Spektroskopie mutarotrender Zucker. / W.Voelter, E., Breitmaier, G.Jons. // Angewandte Chem. 1971. Bd. 83. № 24. S. 1011-1012.
272. Werner D. Calcium iron and cobalt accumulation in root of soybean (Glucine max)./ D. Werner, K. Kublmann. // Z. Naturforsch. 1985. T. 400- № 11/12. P.25-26.
273. Wiliams P.E.V. The use kidney beans (Phaseolus vulgaris) as protein supplements in diets for young rapidly growing beef steers./ P.E.V. Wiliams, A.J. Pesrai, A. Macdearmid. // Anim. Feed Sc. Technol, 1984. P.35-40.
274. Whister P.L. Isolation of two further polysaccharides from com cobs. / P.L. Whister, C.E. Lauterbach. // Arch. biochem. a biophys. 1958. vol.77. № 1. P.62-67.
275. Whister P.L. Chromatogrshpic separation of sugars on charcoal. / P.L. Whister, D.F. Durso. // J.amer.chem.soc. 1950. Vol. 72. № 2. P. 677-679.
276. Worth H.G.J. The chemistry and biochemistry of pectin substances. / H.G.J. Worth. // Chem. rev. 1967. Vol. 67. № 4. P. 465-473.

277. Wtho V. Oxidation of polysaccharides by Lead tetraacetate in dimethyl sulfoxide. /V. Wtho, C.T. Bishop. // Canad.J.chem. 1966. Vol. 44. № 15. P. 1749-1756.

278. Yaretzky R. Über Saponinvorkommen bei Arten der Cattuug Medicago. // Angewandte Botanik. 1940. Bd. 22. № 4. S. 147-156.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ:

Монографии:

1. Чурилов Г.И. Полисахариды растений рода горец и лапчатка: выделение, строение, биологическое действие и влияние на их свойства нанокристаллических металлов. Монография. Рязань, 2007. 156 с.
2. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Научное и практическое обоснование применения нанопорошков металлов в кормлении сельскохозяйственных животных. Монография. Рязань, 2010. 144 с.
3. Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е., Назарова А.А. Биологическое действие наноразмерных металлов на различные группы растений. Монография. Рязань, 2010. 150 с.

Патенты

4. Патент №2378288 РФ. Способ получения водорастворимых полисахаридов из растений. / Полищук С.Д., Чурилов Г.И., Коваленко Л.В., Фолманис Г.Э. Назарова А.А. // Оpubл. 10.01.2010 Бюл. № 1.
5. Патент № 2163722 РФ. Способ определения моносахаридов в сыворотке крови. / Е.А. Строев, В.А. Бухов, В.Г. Окороков, Г.И. Чурилов. // Оpubл. 27.02.2001.

Публикации в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК:

6. Чурилов Г.И., Иваницева Ю.Н., Полищук С.Д. Влияние ультрадисперсного порошка кобальта на биологическую активность

полисахаридов *Poligonum aviculare* (горца птичьего). // Рос. Медико-биологический вестник, №1, 2009. С. 26-32.

7. Чурилов Г.И. Влияние нанопорошков железа, меди, кобальта в системе почва – растение. // Вестник Оренбургского Госуниверситета. №12 (106), 2009. С.148-151.

8. Чурилов Г.И. Экологические аспекты действия нанокристаллической меди на систему почва-растения-животные. // Вестник СамГУ-Естественнонаучная серия, №6(72), 2009. С. 206-212.

9. Чурилов Г.И. Действие нанокристаллических металлов на эколого-биологическое состояние почвы и накопление биологически активных соединений в растениях. // Вестник Рос. Университета дружбы народов. Серия – экология и безопасность жизнедеятельности. № 1, 2010. С. 18-23.

10. Сушилина М.М. Влияние ультрадисперсных порошков металлов на урожайность и химический состав зеленой массы рапса. // Плодородие, 2004. № 5.

Статьи в других журналах

11. Амплеева Л.Е., Полищук С.Д. Выделение и изучение биохимических свойств лектинов зерновых бобовых культур. // РГСХА. Сборник научных трудов. Рязань, 1997.- С. 51-52.

12. Амплеева Л.Е., Полищук С.Д. Выделение лектинов из бобовых культур и изучение их биологической и физиологической активности. // РГСХА. Сборник научных трудов. Т. 1. Рязань, 1997. С.15-16.

13. Амплеева Л.Е., Полищук С.Д. Лектин гороха (*Pisum sativa*). // РГСХА. Сборник научных трудов. Часть 2. Рязань, 1998. С. 127-128.

14. Амплеева Л.Е., Полищук С.Д., Сушилина М.М., Селиванов В.Н. Влияние УДП меди, железа и кобальта на урожайность и накопление биологически активных веществ с/х культур. // Международная конференция «Химическое образование и развитие общества», тезисы докладов. Москва, 2000. 36 с.

15. Амплеева Л.Е., Полищук С.Д. Влияние микроэлементов на накопление белка в семенах вики. // РГСХА. Сборник научных трудов. Рязань, 2000. С. 41-42.

16. Амплеева Л.Е., Назарова А.А. Влияние ультрадисперсных порошков металлов на накопление белка и полисахаридов в семенах вики. // РГМУ. Материалы седьмой Республиканской научно-практической конференции. Рязань, 2003. С. 255-257.
17. Сушилина М.М., Полищук С.Д. Влияние ультрадисперсных порошков (УДП) железа, кобальта и меди на урожайность зеленой массы и полисахаридов в рапсе. // Юбилейный сборник научных статей РГСХА, Рязань, 1999.
18. Сушилина М.М. Эффективность действия предпосевной обработки семян ультрадисперсными порошками металлов (УДПМ) на урожай и качество зеленой массы рапса // Международная научно-практическая конференция «Проблемы степного земледелия и растениеводства и их решение в реформированных сельскохозяйственных предприятиях». Николаев, 2003.
19. Чурилов Г.И., Полищук С.Д., Селиванов В.Н. Применение ультра дисперсных порошков железа, меди и кобальта в растениеводстве. // Мат. V Всерос. конф. Екатеринбург. 2000. С. 343-344.
20. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Ферментативное метилирование полисахаридов. // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. Рязань: РГСХА, 2003. С. 181-182.
21. Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е. Действие ультрадисперсных порошков железа и кобальта на белковые и лектиновые фракции семян вики. // Научное обеспечение конкурентоспособности племенного, спортивного и продуктивного коневодства в России и странах СНГ: сб. науч. тр. Дивово: ВНИИК, 2007. Часть 2. С. 191-195.
22. Чурилов Г.И., Амплеева Л.Е., Иванычева Ю.Н. Действие ультрадисперсных железа и кобальта на накопление белка в бобовых культурах. // Экологическое состояние природной среды и научно-

практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб. науч. тр. вып. 3. Рязань, 2008. С. 306-309.

23. Чурилов Г.И., Жеглова Т.В., Иванычева Ю.Н. Действие ультрадисперсного порошка кобальта на физиологические и биологические свойства водорастворимых полисахаридов горца птичьего. // Матер. научно-практич. конф. РГАТУ им. П.А. Костычева. Рязань, 2008. С. 97-102.

24. Чурилов Г.И. Действие нанокристаллического кобальта в системе растение – животное. // Состояние среды обитания и фауна охотничьих животных России. Сб. материалов науч.-прак. конф. Москва, 2008. С. 293-298.

25. Чурилов Г.И., Иванычева Ю.Н., Еськов Е.К. Экологическая безопасность горца птичьего при обработке семян растения нанопорошками меди. // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2009. Вып. 64. С. 809-810.

26. Чурилов Г.И., Назарова А.А., Полищук С.Д. Действие ультрадисперсных порошков металлов на накопление биологически активных соединений в лекарственных растениях. // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сб. науч. тр. Пятигорск: Пятигорская ГФА, 2009. Вып. 64. С. 87-88.

27. Чурилов Г.И., Воронцова С.В. Влияние ультрадисперсных порошков на биологическую активность природных полимеров. Матер. науч.-практич. конф. РГАТУ им. П.А. Костычева. Рязань, 2009. С. 87-90.

28. Чурилов Г.И., Жеглова Т.В., Назарова А.А. Влияние железа в ультрадисперсном состоянии на химический состав растений и семян кукурузы. // Сб. матер. III международной интернет-конференции. Орел: Изво Орел ГАУ, 2010. 16-20 с.

29. Чурилов Г.И., Иванычева Ю.Н. Усовершенствование методики выделения водорастворимых полисахаридов и использование их как

- экологически безопасных биодобавок в животноводстве. // Сб. матер. международной конференции.Троицк: Из-во Уральской ГАВМ, 2010.16-20 с.
30. Назарова А.А., Дорогов М.Е., Кузин А.В., Полищук С.Д. Использование ультрадисперсных порошков железа в растениеводстве и животноводстве. // Сб. науч. тр. Профессорско-преподавательского состава РГАТУ им. П.А. Костычева: Материалы научно-практической конференции 2008 г. Рязань: Изд-во РГАТУ, 2008. С.90-92.
31. Амплеева Л.Е., Степанова И.А., Назарова А.А. Влияние нанокристаллических металлов на накопление биологически активных соединений в кормовых растениях. // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. № 2. Рязань, 2009. С. 34-36.

Рекомендации

32. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Динамика накопления и характеристика полисахаридов в надземных частях горца птичьего. Информационный лист. Рязань: ЦНТИ, 1991. №170-91.
33. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Горец птичий как ценная кормовая культура. Информационный лист. Рязань: ЦНТИ, 1991. №241-91.
34. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Определение пектиновых веществ горца птичьего. Информационный лист. Рязань: ЦНТИ, 1995. №79-95.
35. Чурилов Г.И., Полищук С.Д. Рекомендации по использованию ультрадисперсных порошков металлов (УДПМ) в сельскохозяйственном производстве. // Рязань: Изд-во РГАТУ, 2009. 57 с.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать ризографическая.
Усл. печ. л 9,3 Тираж 300 экз. Заказ № 475
подписано в печать 10.05.2010
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1
Отпечатано в издательстве учебной литературы и
учебно-методических пособий
ФГОУ ВПО РГАТУ
390044 г. Рязань, ул. Костычева, 1