

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА
по направлению 35.03.03. «Агрохимия и агропочвоведение» на тему:

**ВЛИЯНИЕ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ
ЯРОВОГО РАПСА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

Исполнитель- студент группы Б 151-04

агрономического факультета

Ахрарова Анастасия Сергеевна

Руководитель, к.б.н., доцент: Гаффарова Л.Г.

Зав. кафедрой, д. с.-х. н., доцент: Миникаев Р.В.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите

(протокол № 11 от 17.06.2019 г.)

Казань – 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
1.1. Особенности возделывания рапса и его народно - хозяйственное значение.....	6
1.2. Роль листовых подкормок в современных системах удобрения.....	12
1.2.1. Основные принципы построения системы удобрения.....	12
1.2.2. Физиология листовых подкормок.....	14
1.2.3. Принципы и применение листовых подкормок на посевах сельскохозяйственных культур.....	18
2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	22
2.1. Природные условия и почвенный покров Лаишевского района Республики Татарстан.....	22
2.1.1. Географическое положение района.....	22
2.1.2. Климат.....	22
2.1.3. Рельеф и геоморфология.....	23
2.1.4. Растительность.....	24
2.1.5. Почвенный покров.....	25
2.2. Методика проведения исследования.....	27
3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
3.1. Влияние листовых подкормок на урожайность ярового рапса.....	33
3.2. Зависимость качества полученных семян от урожайности.....	34
3.3. Экономическая эффективность применения испытываемых удобрительных составов.....	35
4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	37
4.1. Охрана окружающей среды.....	37
4.2. Безопасность жизнедеятельности.....	39
ВЫВОДЫ.....	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	42
Приложение.....	45

ВВЕДЕНИЕ

Рапс - это перспективная техническая сельскохозяйственная культура. Она занимает пятое место в мире по объемам производства масла после сои, хлопчатника, арахиса и подсолнечника. Рапсовое масло в зависимости от сорта может использоваться как техническое, так и пищевое. С появлением без эруковых низкоглюкозинолатных сортов рапс превратился в культуру больших потенциальных возможностей. После отжима масла получают рапсовый жмых- питательный корм для с/х животных с высоким содержанием протеина (до 40%). Также рапс является хорошим предшественником для большинства с/х культур с возвратом органики в почву и рыхлением подпахотного горизонта.

Формирование урожая рапса зависит от многих факторов, в том числе от полноценного минерального питания. Для рапса, кроме азота, фосфора и калия важную роль играют еще и другие элементы, а именно бор, магний, сера, кальций, молибден, марганец, медь, цинк и железо. При этом на уровень их доступности оказывает влияние множество факторов: pH почвы, ее влажность, температура, уплотнение, связывание почвенным коллоидным комплексом, содержания органического вещества, засоление, дефицит биогенных элементов и т.д. Поэтому даже при условии внесения в почву достаточного количества микроэлементных удобрений мы не можем быть уверены в том, что растение не будет страдать от их дефицита.

Сегодня многие аграрии используют внекорневое (листовое) внесение микроэлементов, которые быстро и эффективно усваиваются культурами. К тому же этот прием достаточно удобен, так как его в большинстве случаев можно совмещать с обработками пестицидами. Проводят такие подкормки, не ожидая проявлений дефицита определенного элемента, когда часть урожая уже будет безвозвратно утеряна, перед основными критическими фазами развития культуры или при возникновении стрессовых ситуаций (нарушение температурного, водного режимов и т.п.).

На данный момент нет научных исследований по применению доз листовых подкормок и различных объёмов субстрата при выращивании сельскохозяйственных культур. Поэтому в исследовании использовались рекомендованные дозы удобрений самим производителем.

Цель исследования: изучить влияние листовых подкормок комплексных удобрительных составов компании «Яра» на урожайность ярового рапса в условиях Среднего Поволжья.

Задачи исследования:

- 1) Изучить эффективность внесения комплексного удобрения "Nitrabor" в дозе 50 кг/га;
- 2) Оценить эффективность листовых подкормок комплексными удобрениями "Bortrac", "Kristalon" в критические фазы развития ярового рапса сорта «Юлдаш»;
- 3) Определить экономическую эффективность изучаемых комплексных удобрений.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности возделывания рапса и его народно- хозяйственное значение

В последние время в России большое внимание уделяется возделыванию рапса (лат. *Brássica nápus*). Это одно из важнейших масличных растений, хозяйственное значение которого возрастает из года в год. С каждым новым сельскохозяйственным сезоном посевные площади под этой культурой увеличиваются, что также говорит о перспективности рапса. Посевные площади рапса (озимого и ярового) в 2018 году, по итоговым данным Росстата, составили 1576,3 тыс.га, что на 56,8% больше, чем в 2017 году. В Республике Татарстан под посевы ярового рапса отведено 45 тыс. га.

Производство рапса в Море также возрастает. Мировым лидером по возделыванию рапса является Канада- 12,6 млн. тонн сбор урожая за 2016 год.

Средняя урожайность рапса в мире 15 ц/га. Максимальная урожайность достигнута белорусским предприятием ОАО Агрокомбинат «Южный» Гомельского района и составила 64 ц/га.

Рапс древняя культура, которая произошла от скрещивания капусты и сурепицы. Единого мнения о том, где именно впервые появился рапс, в научном сообществе нет. Большинство ботаников относят род *Brassica* и, в частности, рапс, к средиземноморскому центру происхождения культурных растений. Долгое время эта культура почти не имела особого значения для сельского хозяйства. В России ее начали возделывать только с начала XIX века. До 1970-х годов выращивание рапса было ориентировано в основном на кормовые цели для крупного рогатого скота. Активно из рапса начали вырабатывать масло к 2000-м годам, когда увеличился спрос на биотопливо [Минкевич, 2019].

Рапс - однолетнее травянистое растение семейства Капустные. Корень у рапса стержневой, хорошо развит. Взрослое растение в высоту может достигать до 100-130см. Листья сине-зеленого цвета, покрытые восковым

налетом. Нижние листья- черешковые, верхние- сидячие, охватывающие наполовину стебель. Соцветие- рыхлая кисть. Цветки ярко-желтые. Плод- стручок с носиком. Семена очень мелкие с весом 3-7 гр. Рапс факультативный самоопылитель, но цветки хорошо опыляются насекомыми [Вавилов, 2019].

Рапс- это растение длинного дня. При укорочении светового дня вегетативная масса увеличивается, а семенная продуктивность снижается. Семена начинают прорастать при температуре 3°C. Дружные всходы появляются при температуре воздуха 13-15°C. При вегетации рапс проходит следующие стадии развития: всходы; 4-6 листьев; появление листовой розетки; рост стебля; бутонизация; цветение; стручкование; созревание.

Эта культура теплолюбивая, требовательна к влаге и почвенному плодородию. Для выращивания рапса наиболее подходят почвы с нейтральной или слабокислой реакцией - Ph 5,5-7, это могут быть черноземы, серые лесные или дерново-подзолистые почвы. Главное избегать тяжелосуглинистых почв с уплотненным подпахотным горизонтом [Посыпанов, 2017].

В производстве используют две формы рапса- озимую и яровую. Если говорить о озимом рапсе, то весной он быстро отрастает и уже через 30-40 дней может использоваться как зеленый корм, а через 60-80 его убирают на семена. Вегетационный период ярового рапса длится 90-110 дней. И яровой, и озимый рапс широко используют в севооборотах как промежуточную культуру.

Лучшими предшественниками ярового рапса на семена являются зерновые колосовые и пропашные культуры. Его не следует возвращать на поле ранее чем через 4 года, во избежание болезней и вредителей (фитосанитарная пауза).

Подготовка почвы перед посевами рапса является важнейшим агроприемом. Все агротехнические приемы должны быть направлены на борьбу с сорной растительностью, сохранение влаги и выравнивание почвы. Особое внимание следует уделять выравниванию поля, это заметно влияет на объем потерь при уборке данной культуры. Первая почвообрабатывающая

операция после сбора урожая предшественника- дискование, затем проводят вспашку. Весной уже проводят операции по сохранению влаги путем боронования, а перед посевом культивацию и выравнивание. Обработка почвы может корректироваться в зависимости от почвенно-климатических условий.

Посевной материал обязательно должен быть протравлен фунгицидами и инсектицидами, помимо этого может быть проведена инкрустация семян стимуляторами роста, микроудобрениями, биопрепаратами. Норма высева семян рапса 1,5-2 млн.шт/га или 7-10 кг. Глубина посева - 2-3 см. Применяется обычный рядовой способ посева с междурядьями 15 см. После посева поле прикатывают кольчатыми катками.

При уборке рапса учитываются два момента, это неравномерное созревание и легкое растрескивание стручков. При невозможности проведения гербицидной десикации рапс убирают отдельным способом. Очень важно чтобы семена не повреждались во время обмолота, так как у травмированных семян рапса значительно снижается качество при хранении [Никляев, 2000].

Вредители этой культуры могут нанести очень значительный вред урожаю погубив от трети до двух третей урожая, а в некоторых случаях и весь урожай. Поэтому рапсу требуется уход за посевами в течении всего вегетационного периода. В начале роста самый большой ущерб культуре наносят сорняки, чтобы их уничтожить посева опрыскивают гербицидами. Но основными вредителями рапса являются крестоцветные блошки и рапсовый цветоед. Рапсовый цветоед активно поедает растение в период бутонизации-цветения, жук питается элементами цветка. При численности 5 жуков на растение потери урожая могут составить до 16%. Обязательно посева опрыскиваются инсектицидами [Горбачев, 2002].

Для достижения лучших показателей урожайности, качества и экологичности выращиваемых культур следует обеспечить сбалансированное минеральное питание, что включает в себя вторичные питательные вещества, макро- и микроэлементы [Минеев, 2016]. Интенсивное поглощение

питательных веществ рапсом происходит от начала развития стебля до окончания цветения и тесно коррелирует с динамикой прироста сухой фитомассы. Потребление рапсом элементов питания в начальный период развития значительно ниже, однако их недостаток в это время сильно снижает урожай.

С 1 т семян рапса из почвы выносятся 55кг N, 30кг Р и 50кг К. Для сравнения зерновые в среднем выносят 33кг N, 12кг Р и 25кг К. В связи с таким большим выносом рапс предъявляет большие требования к питательным веществам. При расчете доз внесения удобрений необходимо учитывать плодородие почв, внесение удобрений под предпосевную культуру и планируемую урожайность рапса. Озимый рапс наиболее требователен к полноценному питанию, максимальная потребность в нем отмечается с началом вегетации весной и до окончания цветения. Очень много питательных веществ тратится в период низких температур, так как рапс относится к культурам, которые рано заканчивают зимний покой [Жуковский, 2017].

Азот способствует нарастанию вегетативной массы, созреванию семян, улучшению процесса фотосинтеза. Особенно это важно для ярового рапса, который имеет более короткий вегетационный период. Для озимого рапса азот необходим весной сразу после оттаивания почвы, так как в это время запасы минерального азота в почве еще невелики. Азот положительно влияет на повышение содержания протеина, но высокие нормы могут снизить содержание и качество масла.

Рапс не очень чувствителен к фосфору, но потребляет его на протяжении всей вегетации. Благодаря развитой корневой системе рапс хорошо усваивает недоступный фосфор из почвы. Кроме этого, его корни обладают мобилизующими фосфор свойствами. Фосфор потребляется рапсом на протяжении всей вегетации: от всходов до образования розетки - 10%, между стеблеванием и цветением ($2-3 \text{ кг } P_2O_5/\text{день/га}$) - 70%, от окончания цветения до созревания - 20% общего потребления.

Калий необходим для повышения устойчивости растений к болезням и вредителям, а также влияет на синтез жиров. Максимальное его потребление наблюдается до конца цветения- около 80% общей потребности. Обычно фосфорные и калийные удобрения вносят в полной дозе при основной обработке почвы и 50% азотных. Вторую половину азотных - под культивацию весной [Долбилин, 2012].

Если почвы генетически кислые или длительное время вносились физиологически кислые удобрения, то требуется проводить известкование. При интенсивных технологиях возделывания культур известкованию придается важное значение. Оптимальная кислотность на участках, отведенных под рапс, должна быть не менее 6,6-6,8 pH. Поэтому известкование кислых серых лесных и дерново-подзолистых почв, особенно бедных органическим веществом, одно из важнейших мероприятий, повышающих эффективность вносимых органических и минеральных удобрений.

Рассчитать норму внесения известкового удобрения можно по величине pH солевой вытяжки с учётом гранулометрического состава почвы. Вносить извести больше, чем нужно не следует, так как при её избытке микроэлементы в почве (бор, марганец, цинк и пр.) переходят в недоступные для растений соединения.

Лучше всего известковые удобрения вносить под зяблевую вспашку осенью или летом, хорошие результаты дает внесение под предшествующую культуру, а еще лучше за 2-3 года до посева рапса [Скакун, 1994].

Велика потребность рапса в микроэлементах таких как сера и бор. Реже рапс страдает от недостатка молибдена, марганца и цинка.

На образование 10 ц семян рапс потребляет 15-20 кг серы. Наиболее интенсивное усвоение серы начинается с ростом стебля и заканчивается примерно в фазе полного цветения. Недостаточное снабжение серой ведет к неполному использованию азотных удобрений. Сера в почву следует вносить весной, главным образом вместе с азотным удобрением.

Особая роль отводится такому элементу как бор. Он участвует в образовании и укреплении растительной ткани, улучшении водного баланса. От количества бора зависит рост пыльцевых трубок, образование стручков и зерен в стручках. Самый очевидный признак недостатка бора- это скудность стручков и малое количество зерен в стручках. На ранних стадиях листья рапса приобретают светлую окраску, края листовых пластинок скручены, растение медленно растет особенно в фазе розетки («сидение рапса»). Поэтому именно перед формированием листовой розетки проводят листовую подкормку борным удобрением [Ягодин, 1989].

Особая высокая эффективность борных удобрений наблюдается на серых лесных и дерново-подзолистых почвах которые известкуются. Объясняется это, по-видимому, тем, что при известковании почв бор переходит в труднодоступную форму. Частично он закрепляется биологическим путем, так как после известкования биологические процессы усиливаются [Минеев, 2006].

Выращивается рапс как масличная и кормовая культура. У озимых сортов рапса масличность семян достигает- 50%, у яровых- 43%, белка- 23%, 12% клетчатки. Рапс хороший предшественник- после его уборки в почве остается 5 т корневых остатков, которые соответствуют 15 т перегноя. У него хорошо развита корневая система, которая рыхлит подпахотный горизонт. Рапс- высокопродуктивная кормовая культура, его зеленая масса насыщена протеином и витаминами. В 100 кг зеленой массы рапса содержится до 4 кг протеина, 16 корм. ед. Также это высокобелковая культура с перспективным источником обеспечения животноводства полноценными белками. Рапс- один из лучших медоносов, сбор меда достигает 100 кг/га.

Как техническое масло рапса используют в металлургической и лакокрасочной отраслях промышленности. Сейчас из рапсового масла начали производить дизельное топливо. Его добавляют к традиционным видам моторного топлива, увеличивая экологические характеристики выхлопа двигателя.

В состав рапсового масла входит пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, эйкозеновая и эруковая кислоты. Большой минус рапсового масла в том, что в нем содержится много эруковой кислоты- 56-65 %. Она не полностью разлагается в организме, что может быть причиной отложения жиров в мышцах и поражения миокарда. На данный момент основные силы селекционеров направлена на создание сортов типа 000, то есть безэруковых [Сафиоллин, 2008].

1.2. Роль листовых подкормок в современных системах удобрения

1.2.1. Основные принципы построения системы удобрения

Система удобрений- это комплекс организационно-хозяйственных, агротехнических и агрохимических мероприятий, направленных на рациональное использование органических и минеральных удобрений с целью повышения урожая, его качества и воспроизводства плодородия почв [Кидин, 2012].

Обеспечить высокую эффективность удобрений можно только с учетом конкретных почвенно-климатических условий и особенностей питания отдельных культур, и свойств удобрений. Современная система земледелия позволяет контролировать состояние посевов, управлять ростом и развитием культур, воздействуя на растения и почву. Под управлением пахотных земель понимают целенаправленное регулирование пищевого, водного, воздушного, светового и теплового режимов почвы. Посевы сельскохозяйственных культур управляются за счет использования удобрений, мелиорантов, регуляторов роста и развития, пестицидов, а также за счет с/х техники [Васько, 2017].

Целью системы удобрения является удовлетворение потребностей растений в полном минеральном питании, сохранения плодородия и обеспечение населения безопасной экологической продукцией.

Для получения планируемых урожаев сельскохозяйственных культур нужно растения в полной мере обеспечить минеральным питанием. На

сегодняшний день ни одна интенсивная система земледелия не обходится без применения минеральных удобрений.

Система удобрений включает разработку и выполнение организационно-хозяйственных и экономических мероприятий, связанных с производством, заготовкой, закупкой, перевозкой и хранением удобрений. Далее следует рациональное распределение удобрений по севооборотам, соблюдение доз, сроков и способов их внесения. Обязательно определяется агрономическая и экономическая эффективность.

Агрономическая эффективность удобрений-это количество сельскохозяйственной продукции, полученное от применения удобрений. Она измеряется прибавкой урожай сельскохозяйственных культур в кг на 1 кг NPK или на 1 т органических удобрений. Для определения агрономической эффективности удобрений проводят полевые опыты.

Экономическая эффективность удобрений- это соотношение полученной продукции с суммарными затратами на ее производство. Определяется сумма, потраченная на закупку удобрений, затраты на доставку, хранение, подготовку к внесению, и на само внесение.

Научный подход к применению удобрений базируется на познании биологического круговорота веществ и их баланса в земледелии. Баланс питательных веществ- это сопоставление статей поступления веществ извне и их выносом с урожаем. Впервые баланс элементов питания для страны был составлен Д.Н. Прянишниковым. Им было доказано, что для получения хороших урожаев в России в почву необходимо возвращать не менее 80 % азота, 100- фосфора и 70-80 % калия от вынесенного с урожаем растений [В.Н.Ефимов, 2002].

В практике внесения удобрений обычно различают три приема: основное внесение удобрений (допосевное), припосевное (рядковое) и подкормка (послепосевное удобрение) [Мязин, 2009].

Для получения высокого урожая и улучшения его качества большое значение имеет подкормка. Этот прием позволяет усилить питание растений в

определенные периоды их развития. Подкормка является приемом, дополняющим или улучшающим действие основного удобрения.

1.2.2. Физиология листовых подкормок

В 19 в. немецкий ученый Ю.Либих убедительно доказал, что минеральное питание осуществляется только через корневую систему растения. Поэтому несколько веков агрономы вносили удобрения только в почву, это был проверенный способ еще со времен Аристотеля.

С 1950-х годов в России начали изучать внекорневое питание растений. После многочисленных исследований было доказано, что растение может успешно усваивать минеральные вещества как через корень, так и через лист. В нашей стране внекорневое питание растений активно применяется всего лишь на протяжении последнего десятилетия. И на данный момент внекорневые подкормки используются всего на 10% всех пахотных земель. За рубежом данная практика применяется намного дольше и активнее. Многие ученые подтвердили, что листья- это корни в воздухе. Оказалось, что вполне реально повысить урожайность на 50% благодаря распылению растворов макро- и микроэлементов непосредственно на листья растений.

Неясно, когда точно начали применять листовые подкормки, но после разработки удобрений, растворимых в воде или жидкостях, аграрии начали пробовать их использовать по листу. Результаты показали, что растения могут поглощать некоторые элементы через листовую поверхность. В результате внекорневое питание продолжило свое развитие и внедрилось в систему удобрений. В настоящее время листовая подкормка считается хорошим дополнением к почвенным удобрениям, для удовлетворения потребности в питании растений.

Удобрения, внесенные поверхностно сталкиваются с различными структурными барьерами. Вся структура листа основана из разного рода слоев, клеточных и неклеточных. Слои обеспечивают защиту от высыхания, УФ-излучения, химического и физического воздействий. Различные слои характеризуются отрицательным электрическим зарядом, который влияет на

форму и скорость проникновения различных ионов. Первый наружный слой- это воск, который является чрезвычайно гидрофобным. Эпидермальные клетки синтезируют воск и кристаллизуют в формах, состоящих из стержней, трубок или пластинок. Второй слой - настоящая кутикула, представляет собой неклеточный защитный слой, окруженный воском с верхней и нижней стороны, состоящей из кутина. Следующий слой состоит из пектина, отрицательно заряженный и образованный полисахаридами, а затем следует внешняя сторона клеток, начиная с первичной стенки. Кутикула имеет отрицательную плотность заряда из-за пектина и кутина [Полевой, 1989].

Когда говорится о проникновении питательных веществ, то определяют две стадии проникновения:

- до ткани с внешней стороны- поглощение;
- проникновение в другие части растения- передача.

Проникновение (поглощение) возможно с помощью различных компонентов, существующих в ткани. Изначально проникновение осуществляется непосредственно через кутикулу и протекает пассивно. Первыми проникают катионы, так как они притягиваются к отрицательным зарядам и пассивно движутся, образовывается высокая концентрация снаружи и низкая внутри. Через время катионы, которые двигались, изменяют электрический баланс в ткани, делая ее менее отрицательной и более положительной. Тогда анионы начинают проникать в ткань так же, как и катионы. Поскольку проникновение является пассивным, скорость диффузии через мембрану пропорциональна концентрации, поэтому достигается высокая концентрация без ожога ткани; это может значительно повысить проникновение [Третьяков, 2000].

Проникновение происходит также через устьица. Они открываются для контроля газообмена и процесса транспирации. Устьица различаются по их распределению, местоположению, размеру и форме у разных видов растений. Размер может варьироваться, например, устьице сорго в четыре раза больше, чем устьице фасоли [Буссенго, 2015].

После того, как ионы проникли, транспортировка, т.е. передача начинается из разных частей растения. Это осуществляется с помощью двух механизмов: транспорт от клетки к клетке- апопластическое движение и транспорт через сосудистые каналы- симпластическое движение.[Лебедев, 2008].

Апопластическое движение- это движение от одной клетки к другой. Оно осуществляется тремя механизмами:

- 1) Пассивный транспорт, включающий диффузию и массовый поток посредством передвижения жидкости между клетками.
- 2) Поглощение поверхностью цитоплазматической мембраны с помощью плазмодесм, которые представляют собой микроскопические каналы, соединяющие одну стенку клетки с другой, что позволяет осуществлять транспорт и связь между ними.
- 3) Активный транспорт, который становится возможным из-за инверсии энергии молекул АТФ.

Симпластическое движение отличается разрядом иона в сосудистой системе. Это происходит посредством двух систем передач по флоэме и ксилеме. Транспортировка по флоэме важна для распределения от зрелых листьев к зонам роста в корнях и стеблях. Движение по флоэме постоянно придерживается отношения «источник - потребитель», из мест, где углеводы создаются (источник) в места, где они потребляются (место потребления). Передача по ксилеме- регулируемый поток и зависит от разницы водного потенциала между почвой, листом и атмосферой.

Химические элементы в растении отличаются передачей по нему, поэтому фактору питательные вещества разделяют на три группы: подвижные - N, P, K, S, Cl; частично подвижные - Zn, Cu, Mn, Fe, Mo, B; неподвижные- Ca, Mg [Битюцкий, 1999].

Эффективность листовой подкормки зависит от нескольких факторов: рН раствора, водное натяжение раствора, размер распыления, влажность, температура, возраст листьев, расположение листа и т.д. [Петров, 1999].

pH раствора- в основном влияет на уровень растворимости различных элементов, например, фосфора, растворимость которого улучшается по мере уменьшения pH раствора. pH может повлиять на ионную форму элементов, а также на скорость их проникновения.

Водное натяжение раствора может влиять на эффективность листовых подкормок. Более низкое натяжение воды улучшает проникновение удобрения через устьица. Уменьшение межфазного поверхностного натяжения капли раствора увеличивает участки воздействия для поглощения листом. Для уменьшения натяжения воды при разбрызгивании раствора некоторые производители добавляют в удобрения поверхностно-активные вещества (ПАВ), так достигается большая адгезия (сцепление) с листом.

Различные размеры капель влияют на взаимодействие с целевой поверхностью и возможную потерю раствора. Большие капли могут препятствовать потерям, но уменьшают проникновение через листовую поверхность растения.

Из условий окружающей среды на эффективность листовых подкормок влияют влажность и температура воздуха [Безуглова, 2000].

Влажность оказывает прямое влияние на скорость высыхания распыляемой капли. Когда влажность высока, раствор будет активен в течение более длительного периода, позволяя растворенным веществам проникать прежде, чем они высохнут полностью. Влажность влияет на развитие и физиологическое состояние. В условиях низкой влажности устьица закрываются, и растения могут развивать более толстую кутикулу; в условиях высокой влажности устьица открыты, и растения могут развивать более тонкую кутикулу. Большую эффективность от листовых подкормок можно получить если их распылять в туманную погоду.

В основном, опрыскивание рекомендуется проводить рано утром или вечером, почти перед закатом, поскольку солнечное излучение и температура низкие (18-19 °C, идеальная 21 °C), скорость ветра низкая (менее 8 км/ч), а влажность высокая (относительная влажность более 70%). В концедня

растение больше успеет поглотить раствора, прежде чем он станет сушим и неэффективным [Гулякин, 2010].

Состояние листа так же играет свою роль в эффективности внекорневых подкормок. Если лист старый, то восковой слой его толще и более широкая ткань из кутикулы. Этот барьер снижает скорость проникновения. Некоторые растения имеют высокую плотность волосков. Может происходить так, что удобрительный раствор будет застревать в этих волосках и не соприкасаться с фактической поверхностью листа. А вот гладкие листья приводят к соскальзыванию капель воды, в то время как более широковатая поверхность листа будет удерживать капли раствора.

Успешное применение листовых подкормок во многом зависит от агронома. Должна быть выбрана наиболее максимальная концентрация рабочего раствора без ожога листьев. Перед обработкой проводится тест для определения фитотоксичности и порога повреждения. Фитотоксичность может проявляться не сразу, а позднее, при очень частых подкормках с коротким интервалом, так как это приводит к накоплению токсичных элементов в ткани.

Листовые подкормки имеют свои ограничения, и в некоторых случаях их можно считать трудоемкими. В современных системах удобрения листовые подкормки хорошо закрепились, так как была неоднократно доказана их эффективность. Получение запланированного урожая можно получить только при должном их использовании, с соблюдением всех правил и требований.

1.2.3. Принципы и применение листовых подкормок на посевах сельскохозяйственных культур

Листовыми подкормками в первую очередь устраняют недостаток микроэлементов для растений. Микроэлементы- это необходимые элементы питания, находящиеся в растениях тысячных долях процентов и выполняющие важные функции в процессах жизнедеятельности. Недостаток микроэлементов приводит к болезням. Роль микроэлементов заключается в

том, что они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обменах, повышают устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям среды. Под действием микроэлементов в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, усиливается ассимилирующая деятельность всего растения. Многие микроэлементы входят в активные центры ферментов и витаминов [Ягодин, 1989].

Листовые подкормки- это быстрый способ доставки активных веществ в вегетирующее растение. Предпочтительность этого агроприема объясняется тем, что почвенное внесение микроэлементов малоэффективно из-за закрепления их органическим веществом почвы. Предпосевная обработка семян микроэлементами тоже ограничено эффективна по причине неспособности микроэлементов к передвижению по растению- в этом случае потребности на начальных фазах онтогенеза обеспечиваются, а далее возникает дефицит.

В первую очередь, необходимость листовых подкормок диктуется критическими фазами развития конкретной культуры. Обычно, для всех культур это начало активного роста, период перед цветением и период начала созревания. В эти моменты растение проявляет особую чувствительность ко всем факторам, влияющих на формирование элементов структуры урожая. Степень и скорость усвоения элементов питания из удобрений через листву значительно выше, чем при усвоении из удобрений, внесенных в почву [Безручко, 2018].

Незаменимыми являются внекорневые внесения в периоды с неблагоприятными климатическими условиями, когда затруднено поглощение элементов корневой системой (заморозки, избыточное увлажнение, засуха, экстремально высокие температуры воздуха и почвы, щелочные или кислые почвы и др.) [Денякина, 2015].

Раствор, попавший на поверхность листа в результате опрыскивания, действует пока не испарится вода. При высыхании соли вновь

кристаллизуются и остаются на поверхности растения. В сухом виде удобрения не могут проникать в лист. При увлажнении листа (например, при выпадении росы) процесс поглощения возобновляется. Некорневые обработки проводятся в вечернее время и желательно в пасмурную погоду [Малиновский, 2004].

Подкормку растений микроудобрениями можно сочетать с опрыскиванием посевов инсектицидами или фунгицидами, что снижает затраты на обработку.

К недостаткам же следует отнести то, что внекорневые подкормки не позволяют дать много питательных веществ за один раз, т.к. при повышении концентрации рабочего раствора возникает реальная опасность ожогов листьев. Внекорневые удобрения не стоит рассматривать как альтернативу традиционному питанию растений.

В мире выпускается достаточно обширный ассортимент водорастворимых удобрений, специально разработанных для данного способа снабжения сельскохозяйственных культур необходимыми элементами [Артюшин 2002]. Если в самом начале внедрения технологии листового питания работали в основном простыми минеральными комплексами, то сейчас наука продвинулась далеко вперед в этой области. Сегодня в составе удобрений для некорневых подкормок помимо NPK присутствуют полисахариды, витамины, фитогормоны, аминокислоты, а микроэлементы используются уже в хелатной форме, наиболее легко усваиваемой растениями. Для того что бы минеральный раствор удерживался на листьях в водорастворимые удобрительные составы производители добавляют "прилипатели"- адгезионные присадки.

Для повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники, уменьшения числа обработок и понижения механического воздействия на возделываемые культуры применяют одновременные обработки культур растворами удобрений и пестицидов.

Внекорневое питание можно осуществлять совместно с фертигацией. Фертигация это способ внесения жидких удобрений либо пестицидов, одновременно с осуществлением орошения. Данная технология была внедрена впервые в 1970-х годах и получила широкое распространение по всему миру [Вильдфруш, 2001].

Если рассматривать конкретно такую культуру, как рапс, то ему из микроэлементов больше всего необходим бор. Самым распространенным борным удобрением является борная кислота, которая имеет ряд минусов. Она может проявлять токсичное действие, поскольку скорость и степень растворимости в баковых смесях низкая, что приводит к некачественному размещению по листкам действующего вещества. Вследствие этого на листовую поверхность попадают различные концентрации раствора, в том числе повышенные, которые вызывают ожоги. И еще, на поверхности культуры, борная кислота скоро высыхает и кристаллизуется, а это в целом блокирует поступление бора в растение и увеличивает опасность фитотоксичности [Буланвин, 2012].

Современные борные удобрения для листовых подкормок высококонцентрированные, но в себя включают только органическую форму элемента, что предотвращает появление ожогов на листьях.

Сейчас тема листового питания все больше привлекает внимание ученых и производителей, что является хорошим знаком, ведь в основу любого производства должны быть положены экономичность, эффективность и качество.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Природные условия и почвенный покров Лаишевского района

Республики Татарстан

2.1.1. Географическое положение района

Лаишевский муниципальный район расположен в Юго-Восточной части республики Татарстан, на слиянии рек Камы и Волги. Граничит с городом Казань, Пестречинским, Рыбно-Слободским районами. Территория района составляет 2094 кв.км. Площадь, покрытая лесом- 330,66 кв.км. Площадь земель сельскохозяйственного назначения- 919,33 кв.км. (44% от общей площади). Почти треть земель района (32,9%) находится под водой в результате заполнения Куйбышевского водохранилища- одного из крупнейших водохранилищ в мире.

2.1.2. Климат

Климат Лаишевского района умеренно-континентальный с холодной продолжительной зимой, теплым, иногда жарким, летом, поздними весенними и ранними осенними заморозками. В годовом ходе наиболее холодный месяц- январь со среднемесячной температурой $-13,60^{\circ}\text{C}$ - $14,80^{\circ}\text{C}$; самый теплый - июль со среднемесячной температурой $+18,80^{\circ}\text{C}$ - $19,70^{\circ}\text{C}$.

Годовая сумма осадков 610 мм с максимумом в теплый период (370-380 мм) и минимумом в холодный (225-240 мм). Устойчивый снежный покров образуется в конце ноября и лежит на протяжении 145-160 дней до середины апреля. Максимальная высота снежного покрова достигает 42 см, средняя высота - 30-35 см, глубина промерзания почвы - 100-120 см. Число морозных дней в году составляет около 160.

На территории района распространены юго-западные ветра. В холодный период увеличивается повторяемость южных ветров, а в теплый период- северных. Среднегодовая скорость ветра составляет 4 м/сек, с максимумом 4,4-5,1 м/сек в декабре и минимумом 3,0-3,3 м/сек в июле. Относительная

влажность воздуха в зимние месяцы 80-85%, в летние- 60-70%. [Агроклиматические ресурсы, 1974].

Наиболее «опасными» с точки зрения загрязнения воздуха направлениями ветра в Лаишевском районе являются северо-западные ветры, т.е., со стороны которых расположены основные загрязнители-промышленные предприятия Казани, в наибольшей мере загрязняющие воздушную среду района.

Куйбышевское водохранилище оказывает влияние и на влажность воздуха в районе: в весеннее и осеннее время разность влажности воздуха между береговой зоной и открытой частью водохранилища достигает максимума (50%).

Территория относится к прохладному агроклиматическому району. Активная вегетация растений продолжается 130-135 дней с мая до середины сентября. Термические ресурсы этого периода 22-300. Продолжительность безморозного периода 120-130 дней (с середины мая до конца сентября).

2.1.3. Рельеф и геоморфология

В геоморфологическом отношении район относится к области Вятских Увалов и представляет собой холмистую равнину, разделенную долинами рек на широкие и пологие гряды с округлыми вершинами. Рельеф преимущественно денудационный, с промоинами и оврагами на склонах, в долинах крупных рек – аккумулятивный, с комплексом террас и погребенных аллювиальных и озерных плиоценовых и четвертичных отложений. Абсолютные отметки поверхности достигают 54-62 м на низких террасах до 155 м - на водоразделах. Превышения водоразделов над днищами долин на большей части района составляют 50-100 м, увеличиваясь до 110-120 м в восточной его части и снижаясь до первых метров в юго-западной. Поверхность низких надпойменных террас и пойм заболочена, на отдельных участках мощность торфа превышает 2 м.

Поверхность высоких террас и склоны плато расчленены речной и овражно-балочной сетью. Общая длина речной сети на территории района составляет 195 км, а густота ее – 0,18 км/км². Протяженность овражно-балочной сети составляет 700 км, а число действующих вершин – 455.

Длина оврагов изменяется от первых сотен метров до 10 км, глубина их колеблется в широких пределах: от 1-3 м до 12-15 м и даже более, но преобладают овраги глубиной до 7 м.

В целом большая часть района благоприятна для строительства и сельского хозяйства по условиям рельефа.

2.1.4. Растительность

Растительный покров Предкамья характеризуется значительной пестротой. Естественной растительной зоной является южная тайга с распространением смешанных и широколиственных хвойных лесов. Основными лесообразующими породами являются дуб, липа, клен, ясень, сосна, ель, береза, осина. Подлесок составляют лещина, черемуха, рябина, шиповник. Под пологом леса травянистая растительность представлена снытью обыкновенной, копытнем, вероникой дубравной, люцерной, молочаем, манжеткой, звездчаткой, распространены мхи. На открытых лесных полянах растительность представлена бобово-злаковым разнотравьем.

В травянистом покрове луговых экосистем Лаишевского муниципального района встречаются и сорные растения (гречишка птичья, подорожник ланцетолистный, осот полевой, чертополох поникший и др.). Это говорит о некоторой степени деградации кормовых угодий.

Между тем, полноценные луговые биоценозы могут отлично выполнять роль рефугиумов- убежищ полезной энтомофауны, других беспозвоночных и позвоночных организмов, как показатель сохранения и увеличения биоразнообразия и в целом устойчивости биоценоза к негативным явлениям, а кроме того, участков со стабильным сохранением и наращиванием гумусной массы.

2.1.5. Почвенный покров

Почвенный покров РТ представлен различными типами в следующем соотношении: 41,1% чернозем, 33,6% серые лесные, 7,2% дерново-подзолистые и коричнево-серые, 3,4% дерново-карбонатные. По гранулометрическому составу преобладают тяжелосуглинистые почвы- 80% [Ландшафты Республики Татарстан, 2007].

В Лаишевском районе преобладают серые лесные тяжелосуглинистые почвы. Серые лесные почвы по совокупности морфологических признаков и свойств занимают переходное положение от дерново-подзолистых к черноземным почвам лесостепи. Они более гумусированны, чем дерново-подзолистые почвы. Формируются в условиях периодически- промывного водного режима. Характеризуются кислой или слабокислой реакцией в верхней части профиля и нейтральной- нижней.

В зависимости от интенсивности гумусирования в типе серых лесных почв выделяют три подзольных подтипа: светло-серые лесные (Л₁), серые (Л₂) и темно-серые лесные (Л₃) [Кауречев, 1989].

Тип серых лесных почв характеризуется следующим строением профиля: А₀-А₁-А₁А₂-А₂В-В-ВС-С [В.Д. Муха, 2003].

А₀- лесная подстилка (дернина) 3-5 см.

А₁- биогенный гумусовый-аккумулятивный горизонт, комковато-мелкозернистой или комковато-зернисто-пылеватой структуры, мощностью 20 см, густо пронизан корнями растений.

А₁А₂- гумусово-элювиальный горизонт; мощностью 15 см; плитчатой или ореховато-комковатой структуры.

А₂В- элювиально-иллювиальный горизонт мощностью 30 см, серовато-бурого или серовато-коричневого цвета; мелкоореховатой структуры.

В- иллювиальный горизонт, мощностью 40-60 см, буровато- коричневого цвета, хорошо выраженной ореховатой или призмовидно-ореховатой структуры.

BC- переходный горизонт от иллювиального к материнской породе мощность 15-35 см; красно-бурый, структура призмовидно-комковатая.

C- почвообразующая карбонатная порода, лесс, лессовидный суглинок. Общая мощность профиля достигает 140- 150 см.

Если почвы распахоны то морфологическая формула выглядит следующим образом: Ап-А₁А₂-А₂В-В-BC-C. Для этих почв характерны увеличение мощности верхнего гумусово-элювиального горизонта на глубину обработки (в РТ 30 см), исчезновение гумусо-аккумулятивного горизонта, уменьшение содержание гумуса в горизонте А₁А₂.

Светло- серые лесные почвы выделяются среди серых почв наибольшей оподзоленностью и наименьшей мощностью гумусового горизонта. По морфологическим признакам и свойствам они близки к дерново-подзолистым почвам. Содержание гумуса примерно 3 % в пахотном слое, в его составе преобладают фульвокислоты. В горизонте А₁А₂ содержание гумуса уменьшается до 1,5%. В иллювиальном горизонте от 0,5 до 0,7. Степень насыщенности основаниями составляет от 86 до 90%, с минимумом в пахотном горизонте. Серые лесные и светло-серые почвы рекомендуется известковать.

Серые лесные почвы обладают более темной окраской гумусово-элювиального горизонта за счет большого количества накопленного органического вещества. Более развит дерновый процесс и ослаблен подзолистый по сравнению со свето-серыми. Горизонт А₂В может отсутствовать. В пахотном горизонте содержание гумуса может достигать 4%, ниже по профилю гумус снижает до 2,2%.

Темно-серые лесные почвы выделяется наиболее интенсивным дерновым процессом и наименее- подзолистым с мощным гумусовым горизонтом до 40 см. По своим признакам и свойствам близки к черноземам. Верхняя часть профиля имеет темно-серую или даже почти черную окраску. В профиле темно-серых лесных почв формируется горизонт гумусово-иллювиальный горизонт АВ: Ап-А₁-(АВ)-А₂В-В-BC-C.

В Классификации и диагностики почв России (2004) года серые лесные почвы определяются так:

Ствол: постлитогенные почвы;

Отдел: текстурно-дифференцированные почвы;

Тип: серые АУ-AEL-BEL-BT-C.

АУ- поверхностный серо-гумусовый горизонт;

AEL- светло-гумусовый оподзоленный горизонт;

BEL- субэлювиальный;

BT- текстурный горизонт;

C- почвообразующая порода.

При сельскохозяйственном использовании в почве прежде всего снижается содержание гумуса, так как при окультуривании происходит углубление пахотного слоя. Для поддержания содержания гумуса нужно обязательно вносить органические удобрения. При вспашке на одну глубину образуется плужная подошва. Ее наличие резко ухудшает водно-воздушный режим. Что бы почвы были высокопродуктивными нужно одновременно обладать благоприятным водным и воздушным режимом: общая пористость пахотного слоя не менее 50%, а подпахотного 45%. Еще одно обязательное условие повышения плодородия серых лесных почв- это увеличение емкости поглощения, степени насыщенности пахотного и подпахотного слоев, уменьшение гидролитической кислотности. Интенсивная система земледелия должна сопровождаться травосеянием, сидерацией, повышением доли бобовых культур в севооборотах [В.И. Кирюшин, 2013].

При соблюдении всех условий рационального земледелия на серых лесных почвах можно получать хорошие устойчивые урожаи культур.

2.2. Методика проведения исследования

Исследование проводилось в 2018 году на опытном поле "ТатНИИСХ" (Лаишевский район РТ). Почва участка- серая лесная, по гранулометрическому составу- тяжелосуглинистая. Содержание гумуса- 3,8%,

pH солевой вытяжки- среднекислое. В пахотном слое содержание подвижного фосфора (по Кирсанову) - 230 мг/кг почвы (высокое), обменного калия (по Кирсанову)- 210 мг/ кг почвы (высокое).

Средневзвешенное содержание микроэлементов в почве по Лаишевскому району: В- 0,57 мг/кг (средняя степень обеспеченности); Мо- 0,15 мг/кг (низкая); Мп- 50 мг/кг (средняя); Си- 3,2 мг/кг (средняя).

Изучалось влияние комплексных удобрительных составов и листовых подкормок компании "Yara". Использовались рекомендуемые дозы, от самого производителя, для данной почвенно-климатической зоны.

В ФГБНУ «ТатНИИСХ» активно ведется селекция ярового рапса. Учеными института совместно с коллегами из Всероссийского научно-исследовательского института рапса был выведен новый сорт ярового рапса «Юлдаш». Сорт 00 типа. Передан на государственное сортоиспытание, средняя урожайность на 11 % выше стандарта. «Юлдаш» превосходит стандарт по масличности семян. Именно этот сорт был взят в качестве посевного материала.

В течение вегетации рапса средства химической защиты растений не применялись.

Предшественник- озимая рожь. Норма высева 0,01 т/га. Посев производился 20.05.2018 г. (табл.1).

Таблица 1

Технология возделывания культуры

№ п/п	Наименование работ	Марка трактора	Марка СХМ	Качественные показатели
1	2	3	4	5
1.	Осенняя обработка почвы- дискование	МТЗ 12-21	БДМ- 4	Однократное на глубину 18-20 см
2.	Ранневесеннее боронование	МТЗ 82	12 БЗТС-1,0	На глубину 2-4 см

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
3.	Внесение удобрения	MT3 82	Amazon ZA-M	Сплошное равномерное разбрасывание удобрения
4.	Предпосевная культивация	MT3 82	КПС-4	2-4 см
5.	Посев с внесение удобрения	MT3 82	Amazon D9	Норма высева 0,01 т/га
6.	Прикатывание	-	-	Прикатывание ручным катком
7.	Некорневая подкормка	-	-	Расход 300 л/га
8.	Уборка рапса	-	-	Вручную

Схема полевого опыта в трех кратной повторности представлена в таблице 2.

Таблица 2

Схема полевого опыта (Площадь делянки: 3 м²)

Вариант	Удобрение	Доза удобрения	Сроки внесения
I	Фон - Диаммофоска (10:26:26)	200 кг/га	до посева
II	Диаммофоска (10:26:26)	200 кг/га	до посева
	Nitrabor	50 кг/га	при посеве
III	Диаммофоска (10:26:26)	200 кг/га	до посева
	Nitrabor	50 кг/га	при посеве
	Bortrac + Kristalon Spesial	1л/га	в фазе 4-6 листьев (листовая розетка)
		2 кг/га	
	Bortrac + Kristalon Brown	1л/га	перед цветением (бутонизация)
		2 кг/га	

Диаммофоска (10:26:26) -универсальное комплексное удобрение.

Нитрабор (Yara Liva NITRABOR)- гранулированное азотно-кальциевое удобрение для почвенного внесения с содержанием бора. Содержание азота 15,4%, кальция 25,6% и бора 0,3% (табл. 3). Удобрение физиологически щелочное. Удобрение используется для внесения при основной обработке почвы.

Бортрак (Yara Vita BORTRAC)- это высококонцентрированное жидкое удобрение. Содержание аммонийного азота 4,7% (65г/л) и бора 10,9 % (150 г/л) (табл. 3). Состав удобрения включает особые формулянты и адъюванты для наилучшего распределения по листовой поверхности и проникновения в лист. Удобрение не смывается дождем за счет прилипателей.

Кристалон (KRISTALON)- водорастворимое NPKудобрение с микроэлементами в хелатной форме (табл.3). Разработано для подкормки любых сельскохозяйственных культур.

Таблица 3

Элементный состав удобрений, применяемых в опыте

Элемент	Марка удобрения			
	Nitrabor (г/кг)	Bortrac (г/л)	Kristalon Spezial (г/кг)	Kristalon Brown (г/кг)
N	15,4	65	18	3
P ₂ O ₅	-	-	18	11
K ₂ O	-	-	18	38
CaO	25,6	-	-	-
MgO	-	-	3	4
B	0,3	150	0,025	0,025
SO ₃	-	-	5	27
Cu	-	-	0,01	0,01
Fe	-	-	0,07	0,07
Mn	-	-	0,04	0,04
Mo	-	-	0,004	0,004
Zn	-	-	0,025	0,025

Почвы по отношению к микроэлементам обладают высокой поглотительной способностью, поэтому внесение их в чистом виде в почву нецелесообразно. Наиболее эффективными и экономически выгодными способами применения микроудобрений являются внекорневые обработки вегетирующих растений.

Опрыскивание листовыми подкормками проводилось в критические фазы роста и развития рапса. Первое применение в фазу 4-6 листьев, в этот период развития характеризуется формированием зеленой массы, поэтому нужно улучшить фотосинтетическую деятельность листьев.

Следующая листовая подкормка микроэлементами осуществляется перед началом цветения. В этот момент особенно важно восполнить запасы бора, для улучшения процессов цветения и формирования семян. Что касается остальных микроэлементов, то они в общем улучшают иммунитет и качество растений.

Темпы роста в процессе вегетации были не одинаковы. Визуальная разница от применяемых микроэлементов была уже заметна в фазу листовой розетки. Высота растений, как известно, является одним из сортовых признаков. В то же время, помимо сортовых особенностей, высоту растений определяют условия выращивания, в частности микроудобрения, применение которых отражается на темпах роста рапса.

Норма расхода воды на 1 л жидкого удобрения BORTRAC составляет 300 л. Концентрация раствора 0,33% или в 1 л рабочего раствора содержится 3,3 мл препарата. Содержание бора в растворе составляет 0,5 г/л. В целом на гектар было внесено 150 г бора или 0,015 г/м² посевов. Также в состав препарата входит азот, массовая доля его не велика и равняется 0,22 г/л раствора. Всего на гектар посевов с раствором было внесено 65 г азота или 0,0065 г/м².

Вторым препаратом было водорастворимое удобрение Kristalon двух марок: Kristalon Spesial (18:18:18) и Kristalon Brown (3:11:38), при норме расхода воды 300 л/кг, концентрация рабочего раствора составила 0,66 %.

Таблица 4

Общее количество внесенных макроэлементов в составе удобрений, д.в

Вариант	Элемент		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	20	52	52

II	27,7	52	52
III	28,3	52,6	53,1

Существенной разницы между количеством внесенного д.в. в вариантах опыта нет. Но тем не менее, наблюдается прибавка урожая, это связано не с количеством д.в., а со способом внесения удобрения.

Урожай был собран с каждой делянки отдельно, вручную обмолочен и взвешен. Преимущество полевого опыта по сравнению с другими методами исследования в том, что он осуществляется в условиях, приближенных к производственным.

После сбора урожая проводился анализ семян рапса на их масличность. Под масличностью семян понимают содержание в них сырого жира и сопровождающих его жироподобных веществ, переходящих вместе с жиром в эфирную вытяжку из исследуемых семян. Масличность семян была определена в лаборатории экстракционным методом. Экстракционный метод основан на извлечении (экстрагировании) жира из навески испытуемых семян растворителем - этиловым эфиром. Эфир из вытяжки отгоняют, оставшийся сырой жир сушат, взвешивают и пересчитывают в проценты.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Влияние листовых подкормок на урожайность ярового рапса

Опыт был проведен в трехкратной повторности. Полного контроля не было, так как изучалось действие не минеральных удобрений, внесенных в почву, а эффективность листовых подкормок (табл.5).

Таблица 5

Полученная урожайность по вариантам опыта

Вариант	Урожайность по повторностям, т/га			Средняя урожайность, т/га	Прибавка к фону	
	1	2	3		т/га	%
I. Фон	0,68	0,72	0,69	0,7	-	-
II. Фон + Nitrabor	0,91	0,87	0,88	0,89	0,19	27
III. Фон + Nitrabor + листовые подкормки	1	1,15	1,1	1,1	0,4	57
НСР ₀₅	0,08					

На первом варианте минерального питания средняя урожайность составила 0,7т/га. Во втором варианте минерального питания внесение "Nitrabor" при посеве обеспечило среднюю урожайность ярового рапса 0,89 т/га, что на 27% больше, чем фон. Максимальная урожайность рапса была достигнута на третьем фоне минерального питания, упор в котором делался на применении листовых подкормок и составила 1,1 т/га, что на 57 % больше, чем фон. Визуальная разница от комплекса применяемых удобрений уже была видна до окончательного созревания растений.

Таким образом можно утверждать, что применение листовых подкормок дает прибавку урожая. Только следует помнить, что никакая внекорневая подкормка не заменит основное удобрение.

3.2. Зависимость качества полученных семян от урожайности

Один из основных показателей качества семян рапса- масличность. Рапсовое масло применяется в качестве смазочного материала и биотоплива. "Юлдаш" сорт 00 типа (без содержания эруковой кислоты). Это дает большое преимущество, так как такое масло можно использовать в пищевой промышленности (табл.6).

Таблица 6

Качество семян рапса по вариантам опыта

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Масличность, %	Сбор масла, кг/га
I.Фон	0,7	44	266
II.Фон + Nitrabor	0,89	44	338
III.Фон+Nitrabor +листовые подкормки	1,1	42	396

Показатели масличности семян рапса в варианте с применением листовых подкормок снижены в сравнении с контролем. Ввиду высокой урожайности ярового рапса в варианте III технический выход масла превышает фон на 48 %, что доказывает высокую эффективность листовых подкормок в повышении урожая ярового рапса и выхода масла.

3.3. Экономическая эффективность применения испытываемых удобрительных составов

Эффективность удобрений определяют в полевых, производственных и стационарных опытах в типичных для данного района условиях. Прибавка урожая – это главный показатель при определении экономической эффективности (табл.7).

Таблица 7

Экономическая эффективность ярового рапса

Показатели	Варианты опыта		
	Фон	Фон + "Nitrabor"	Фон + "Nitrabor" + листовые подкормки
Урожайность, т/га	0,7	0,89	1,1
Стоимость семян, руб/га	14000	17800	22000
Затраты, руб/га	10371	12972	15341
Условная прибыль, руб/га	3629	4828	6659
Уровень рентабельности, %	34	37	43
Себестоимость семян, руб/т	14815	14575	13946

** Затраты на производство рассчитаны по технологической карте (прил.2)*

На фоновом варианте стоимость товарной продукции с одного гектара равняется 14000 руб. Все испытываемые агрохимические приемы увеличили стоимость основной продукции. Внесение при посеве удобрения "Nitrabor" увеличило общие затраты на получение урожайности до 12972 руб. Полный комплекс удобрений применяемые в третьем варианте увеличил общие затраты до 15341руб/га. Во втором варианте урожайность увеличилась на 0,19 т/га, что позволило получить условную прибыль 4828 руб/га, по сравнению с фоном данный показатель увеличился на 1199 руб/га.

В третьем варианте урожайность возросла на 0,4т/га по сравнению с фоном и достигла уровня 1,1 т/га, прибыль составила 6659 руб/га. Максимальная рентабельность ярового рапса получилась в третьем варианте опыта- 43%.

4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1. Охрана окружающей среды

Сельское хозяйство является важнейшей частью экономики мира, так как дает человеку то, без чего невозможна жизнь- пищу и одежду. Кроме пользы, сельское хозяйство оказывает еще и определенное воздействие на окружающую среду, и отчасти негативное. Вопросы рационального природопользования в сельском хозяйстве изучает сельскохозяйственная экология, или агроэкология. Ее рекомендации позволяют сочетать получение высокого урожая на полях и высокий доход животноводческой продукции с сохранением плодородия почв и продуктивности сенокосов и пастбищ. В правильно организованном хозяйстве производят экологически чистые продукты и не загрязняют атмосферу и воду. В итоге- агроэкология помогает сохранять не только природу, но и здоровье человека.

Главный ресурс агроэкосистемы- почва. Ее плодородие зависит от запаса органического вещества- гумуса, содержания доступных растениям питательных элементов, структуры, обеспеченности влагой, реакции почвенного раствора, содержание в нем ионов токсичных солей. Культуры с урожаем выносят из почвы минеральные и органические вещества, тем самым обедняя ее. Поэтому появилась необходимость пополнять запасы этих веществ, внося в почву удобрения. Но при этом следует помнить, о рационализме.

Основные причины загрязнения окружающей среды удобрениями это неправильная транспортировка и хранение, нарушение технологии применения. Навоз самое лучшее органическое удобрение, но, если он неправильно подготовлен к внесению на поля, он может нанести вред природным экосистемам. Чтобы не загрязнять водоемы навозными стоками, строят навозохранилища с бетонными стенами. И от минеральных удобрений больше всего страдают водоемы. В них стоком воды попадет большое

количество азота и фосфора. В результате и происходит антропогенная эвтрофикация таких водоемов. Наиболее нежелательное последствие эвтрофикации - чрезмерное развитие водорослей в водоёмах - цветение и заболачивание из-за разрастания прибрежной флоры, что постепенно сокращает площадь водоёма.

Также процесс производства минеральных удобрений сопровождается выбросами парниковых газов (ПГ), сокращение выбросов углекислого газа в данном секторе могут сделать существенный вклад в решение экологической проблемы. На сегодняшний день развитая новая технология катализаторов N_2 и ее реализацию на заводах по производству азотной кислоты, удалось существенно сократить выбросы ПГ.

Если говорить о химическом загрязнении, то это конечно же пестициды. Чаще всего вред пестицидов объясняется тем, что используемые вещества имеют свойства накапливаться в культурах, в почве, воде и воздухе. Более 98% распыляемых инсектицидов и 95% гербицидов достигают места назначения, что приводит к тяжелым последствиям для окружающей среды и для почвы. Широкое их применение в сельскохозяйственном производстве приводит к деградации естественной микрофлоры почвы. Это особо выражено при чрезмерной или неправильной эксплуатации.

Одно из основных условий охраны почв от загрязнения пестицидами - создание и применение менее токсичных и менее стойких соединений - уменьшение доз их внесения в почву.

Во всех странах осознается тот факт, что человечество стоит перед необходимостью отказа от традиционного пути развития сельского хозяйства. Химические методы ведения земледелия должны уступить место экологически ориентированным методам хозяйствования.

Таким образом, сельское хозяйство приносит значительные изменения в окружающую среду. Это касается всех компонентов экосистем, от видового разнообразия растительности до круговорота воды в природе, поэтому

необходимо рационально использовать все ресурсы и проводить природоохранные действия.

4.2 Безопасность жизнедеятельности

Особенно актуально встает вопрос о безопасности жизнедеятельности при выполнении механизированных работ. Перед началом работы агрегатов осматривают поле, убирают солому, камни, засыпают ямы, устраняют другие препятствия, подготавливают полосы для разворота машинотракторных агрегатов, производят противопожарные обкосы и т. д. В зоне работы агрегата нельзя находиться посторонним лицам. Выделяют хорошо видимые места для отдыха. Отдых и сон в траве, у обочины дорог, где работают агрегаты, в борозде, кустарнике, а также под находящимися на стоянке и в поле машинами запрещены. Агрегат для выполнения полевых работ должен быть исправным и отвечать требованиям правил безопасной эксплуатации.

К работе с минеральными удобрениями и пестицидами допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинский осмотр, а также вводный и первичный на рабочем месте инструктажи по охране труда.

Лица, постоянно работающие с минеральными удобрениями, подвергаются периодическим медицинским осмотрам (1 раз в год) с отметкой об этом в удостоверении, журнале или карточке о допуске к работе.

Лица, работающие с минеральными удобрениями, должны проходить повторный инструктаж на рабочем месте по охране труда не реже одного раза в три месяца.

Работающие с минеральными удобрениями должны быть обеспечены спецодеждой и средствами индивидуальной защиты: - комбинезоном хлопчатобумажным и шлемом из пыленепроницаемой ткани; - рукавицами комбинированными; - сапогами резиновыми; - респиратором; - очками защитными.

Транспортировка удобрений и пестицидов должна осуществляться в крытых транспортных средствах, при этом должны соблюдаться требования безопасности, установленные для конкретного вида транспорта.

При внесении удобрений нельзя находиться вблизи разбрасывающих рабочих органов машины, а при работе дисковых разбрасывателей - ближе 50 - 80 м от них. Загрузку машин удобрениями следует проводить только при полной их остановке. Все приводы машины должны быть закрыты щитами. Смазку и регулировку рабочих органов следует проводить только при полной остановке машины и выключенном двигателе трактора. Нельзя сидеть на машине и находиться между трактором и машиной при транспортировке и внесении удобрений. Скорость движения машин при внесении удобрений не должна быть выше установленной техническими условиями. В транспорте с минеральными удобрениями запрещается перевозка людей, пищевых продуктов, питьевой воды и предметов домашнего обихода.

При непрерывной работе с удобрениями рекомендуется делать 5-минутные перерывы через каждые полчаса работы в респираторе.

По окончании работы следует принять душ и тщательно вымыться с мылом. На месте работы постоянно должны быть запас чистой воды и аптечка.

Если в процессе работы с минеральными удобрениями или пестицидами произошло нарушение защитных свойств индивидуальной защиты органов дыхания, следует прекратить работу, остановить оборудование и выйти из зоны проведения химических работ.

При попадании в глаза минеральных удобрений необходимо немедленно промыть их 1%-ым раствором борной кислоты, струей чистой воды или протереть влажным ватным (марлевым) тампоном. После промывки на глаза следует наложить повязку и отправить пострадавшего к врачу.

При появлении признаков отравления (головная боль, шум в ушах, головокружение, тошнота и рвота, потеря сознания) пострадавшего немедленно следует вывести на свежий воздух и организовать подачу кислорода для дыхания. При слабом дыхании или его прекращении произвести искусственное дыхание до прибытия врача или до восстановления дыхания.

ВЫВОДЫ

По результатам исследований получены следующие выводы:

1. Для устойчивой урожайности ярового рапса необходимо обеспечить в почве увеличение содержания азота. Несмотря на высокое содержание фосфора и калия на фоне, из-за недостатка азота и влаги была получена низкая урожайность. Улучшение азотного режима и внесения кальция и бора повысило урожайность культуры на 0,19 т/га.
2. Внекорневая подкормка обеспечила поступление, в условиях недостатка влаги, азота и микроэлементов, повысив урожайность на 0,4 т/га по сравнению с фоном.
3. Оптимизация минерального питания не способствовала повышению масличности, но благодаря повышенной урожайности достигнут дополнительный выход масла.
4. Экономически более эффективно возделывание ярового рапса на фоне внесения "Nitrabor" и дополнительным внекорневым питанием.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Татарской АССР. Отв.ред. Е.Д. Мулюкина.- Л.: Гидрометеиздат, 1974.-127 с.
2. Агропроизводственная характеристика почв ТАССР и их рациональное использование / И.В.Утэй, М.Ф. Курочкин, И.К. Сагеев; под ред. И.В. Утэя.- 2-е изд., акад. В.И.Кирюшина и А.Л. Иванова.- М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005.- 784 с.
3. Артюшин, А. М. Краткий справочник по удобрениям / А.М. Артюшин, Л.М. Державин. - М.: Колос, 2002. - 288 с.
4. Битюцкий, Н.П. Микроэлементы в растениях / Н.П. Битюцкий. - СПб.: Питер, 1999.- 336 с.
5. Буссенго, Ж. Избранные произведения по физиологии растений и агрохимии / Ж. Буссенго. - М.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 2015. - 440 с.
6. Безручко, Е.В. Листовые подкормки микроэлементами. Зачем? Когда? Чем? / Безручко, Е.В. //АРК News-2018.
7. Безуглова, О.С. Удобрения и стимуляторы роста / О.С. Безуглова. - Ростов-на-Дону. Феникс, 2000.- 30с.
8. Булавин, Л.А. Агроэкологическая эффективность применения микроэлементов на посевах озимого и ярового рапса / Л.А. Булавин / 2012
9. Вавилов, П.П. Растениеводство / П.П. Вавилов. - М.: Колос; Издание 2-е, перераб. и доп., 2019. - 432 с.
10. Васько, В.Т. Теоретические основы растениеводства и земледелия / В.Т. Васько. - М.: Профи-информ, 2017. - 247 с.
11. Вильдфруш И.Р. Агрохимия / И.Р. Вильдфруш, Кукреш С.П., Ионас В.А.- Минск: "Урожай", 2001.-486 с.
12. Гулякин, И. В. Применение удобрений / И.В. Гулякин, А.В. Петербургский. - М, 2010. - 104 с.

13. Глуховцев, В.В. Применение листовых подкормок как элементов технологии возделывания ярового ячменя в условиях лесостепи самарского Заволжья / Глуховцев В.В./ 2013
14. Гаффарова, Л.Г., Давлятшин, И.Д. Статистические параметры морфологического строения и свойств пахотных дерново-подзолистых и серых лесных почв Привытской полосы лесостепной зоны РТ / Л.Г. Гаффарова, И.Д. Давлятшин.: Казань, 2016.- 130 с.
15. Горбачев И.В. Защита растений от вредителей / И.В. Горбачев, В.В. Гриценко, Ю.А. Захваткин. - М.: Колос, 2002.- 472 с.
16. Давлятшин, И.Д. Справочник агрохимика / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов и др. Казань: ИД МедДоК, 2013. – 300 с.
17. Долбилин, А. В. Земледелие с основами почвоведения и агрохимии / А.В. Долбилин. - М.: Бибком, 2012. - 535 с.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов.- М.: Агропроиздат, 1985.- 351 с.
19. Денякина Е.М. Эффективность применения удобрений Яра / Е.М. Денякина, 2015
20. Ефимов В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко.- М.: Колос, 2002- 272 с.
21. Жуковский Г.М. Культурные растения и их сородичи / Г.М. Жуковский. - Л.: Колос, 2017. - 750 с.
22. Кидин. В.В. Агрохимия и агропочвоведение. - М.: Изд-во РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2012. - 534 с.
23. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. СПб.: Квадро, 2013.- 680 с.
24. Кауричев И.С. Почвоведение / И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов.- М.: Агропроиздат, 1989. - 719 с.
25. Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Колос, 2008. - 544 с.

26. Минкевич, И.А. Масличные культуры / И.А. Минкевич, В.Е. Борковский. - М.: Сельхозгиз, 2019. - 560 с.
27. Минеев, В. Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. - М.: Изд-во МГУ, Наука, 2016. - 752 с.
28. Минеев В.Г. Химизация земледелия и природная среда / В.Г. Минеев М.: Колос, 1990. – 286с
29. Мязин, Н.Г. Система удобрения.- Н.Г. Мязин.: Изд-во ФГБУ ВО ВГАУ, 2009.- 176с.
30. Муха В.Д. Агропочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха М.: КолосС, 2003. – 528 с.
31. Никляев В.С. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / В.С. Никляев М.: Былина, 2000. - 557 с.
32. Посыпанов, Г.С. Растениеводство / Г.С. Посыпанов [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. - М.: КолосС, 2017. - 612 с.
33. Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. - М.: Высшая школа, 1989. - 464 с.
34. Петров Б.А., Селиверстов Н.Ф. Минеральное питание растений / Б.А. Петров, Н.Ф.Селивестов.- Екатеринбург, 1998. - 79 с.
35. Сафиоллин Ф.Н. Рапс в лесостепи Поволжья / Ф.Н. Сафиоллин.- КГАУ, 2008.- 205 с.
36. Скакун А.С. Рапс-культура масличная / А.С. Скакун, И.В. Бурда.- Минск: "Урожай", 1994.-486 с.
37. Турчин, Ф. В. Азотное питание растений и применение азотных удобрений / Ф.В. Турчин. - М.: ЁЁ Медиа, 2011. - 835 с.
38. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений. / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин и др.; Под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: Колос, 2000. - 640 с.
39. Ягодин, Б.А. Агрохимия. Учебник. Гриф Министерства сельского хозяйства РФ / Б.А. Ягодин. - М.: Лань, 1989.-639 с.
40. Eyal Ronen. Fertilización Foliar. Otraexitosa forma de nutrir a las plantas.

Приложение 1

Количество повторностей: 3
Исполнитель:

Таблица данных

Дозы удобрений		Повторность			Суммы	Средние
	1	2	3		V	
1	0,68	0,72	0,69		2,1	0,70
2	0,91	0,87	0,88		2,7	0,89
3	1,00	1,15	1,10		3,3	1,08
4					0,0	0,00
суммы Р	2,59	2,74	2,67		8,0	0,53
						8,00

Таблица дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степ. свободы	Средний квадрат, s ²	Fфакт	F05	Достоверность
Общая	0,24	8				
Повторностей	0,00	2				
Вариантов	0,22	2	0,11	46,51	2,46	достоверно
Остаток	0,01	4	0,00			

Обобщённая ошибка опыта	0,03	%
Ошибка разности средних	0,04	т/га
НСР05	0,08	т/га