ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ОВОЩЕВОДСТВА»
(ФГБНУ ФНЦО)

УДК 635.25:631.526.325:635-18

На правах рукописи

Бебрис Артём Робертович

КОМПЛЕКСНОЕ ДЕЙСТВИЕ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ЛЁЖКОСТЬ ГИБРИДОВ ЛУКА РЕПЧАТОГО В ОДНОЛЕТНЕЙ КУЛЬТУРЕ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Специальность 06.01.09 – овощеводство

Диссертация
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор **В.А. Борисов**

Москва – 2020

Содержание

Содержание 2

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 10

1.1. Биологические особенности лука репчатого 10

1.2. Качество и питательная ценность лука репчатого 14

1.3. Капельное орошение при возделывании лука репчатого в однолетней культуре 21

1.4. Удобрения и регуляторы роста для растений 26

1.5. Хранение лука репчатого 38

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ 42

2.1. Объекты исследований 42

2.2. Схема опытов и методики исследований 45

2.3. Почвенно-климатические условия проведения исследований 51

2.3.1. Почвенные условия 51

2.3.2. Климатические условия 52

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ 57

3.1. Динамика питательных веществ в почве в зависимости от применения удобрений 57

3.2. Влияние удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели растений лука 66

3.3. Урожайность лука репчатого в однолетней культуре при использовании удобрений и регуляторов роста 71

3.4. Биохимическое качество лука репчатого в зависимости от удобрений и регуляторов роста 77

3.5. Сохранность лука репчатого при зимне-весеннем хранении в зависимости от условий питания 83

3.6. Изменение качества лука репчатого в период зимне-весеннего хранения 100

3.7. Потребление, вынос и коэффициенты использования питательных веществ луком репчатым в однолетней культуре 106

3.8. Экономическая эффективность приёмов выращивания лука репчатого в однолетней культуре 118

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 124

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 127

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ 128

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 130

ВВЕДЕНИЕ

Лук относится к роду Allium семейства Луковые – Alliaceae (Liliaceae). В настоящее время известно около 400 видов лука, из которых более 200 произрастают в нашей стране. В культуре известен свыше 5 тысяч лет.

Около 10% общей площади, занятой овощными культурами, приходится на луковые культуры. Наибольшее распространение имеет лук репчатый (Allium cepa L.) – двулетняя овощная культура, которая занимает более 95% общей площади луковых овощей (Матвеев В.П. и др.,1985).

Лук репчатый является одной из важнейших овощных культур. Луковицы и листья используются как приправа в консервной промышленности, к салатам, винегретам, грибам, овощным и мясным блюдам, а также как пряно-витаминная закуска и вкусовая добавка к супам, соусам, подливкам, фаршам.

Лук репчатый пользуется большим спросом у населения многих стран мира. Содержит многие необходимые для человека питательные вещества: витамины (С и группы В, РР), углеводы (более 10%), минеральные вещества (1%), а также эфирные масла, обладающие фитонцидным антимикробным действием (Алексеева М.В., 1982; Белик В.Ф., 1998; Борисов В.А. и др., 2004). Он также незаменим как приправа, придающая особые вкусовые качества приготовляемым блюдам.

Лук является хорошим витаминным средством, особенно рекомендуемым в зимне-весенний период, но используемым круглый год. Значительное количество минеральных солей в луке при его использовании в пищу способствует нормализации водно-солевого обмена в организме, а своеобразный запах и острый вкус возбуждают аппетит (Рабинович, А.М. и др., 2008).

Лук репчатый содержит растительные «антибиотики» фитонциды, поэтому обладает сильным бактерицидным действием. Максимальное содержание фитонцидов отмечено в донце луковиц. В народной медицине печеными луковицами лечат фурункулы и нарывы, выводят бородавки, пигментные пятна, борются с грибковыми заболеваниями. Растирание соком ослабляет

боль при ушибах и растяжениях. Кроме того, репчатый лук благотворно влияет на работу сердца, обладает мочегонным свойством, удаляет из организма хлориды и натрий (Мойсевич Н.В. и др., 2009).

Лук репчатый можно возделывать в однолетней культуре посевом семенами (Крашенинник Н.В., 2009) и в двухлетней – посадкой севка, а в северных районах России и в трёхлетней культуре (севок - выборок - репка). Наиболее простой и дешевый способ выращивания лука-репки за один сезон – посев семян непосредственно в грунт. Данный способ дает хорошие результаты на юге нашей страны. Использование новых гетерозисных гибридов обеспечивает скороспелость, высокую урожайность лука (до 80-100 т/га и выше) и сохранность при зимне-весеннем хранении (Галеев Р.Р. и др., 2014).

Однако в однолетней культуре лука имеются и существенные недостатки: в урожае, кроме полновесных луковиц, могут присутствовать и недозрелые (толстошейка), выборок (менее 40 мм в диаметре) и даже севок. Доля крупных луковиц зависит от условий выращивания, гибрида, агротехники и т.д. Рост растений может продолжаться вплоть до уборки урожая. Вызревает лук полностью при условии теплой сухой осени. Невызревший лук с толстой шейкой не пригоден для длительного хранения.

В XXI веке площадь луковых культур в мире составляет уже 5,1 млн. га, из которых лук репчатый занимает 3,7 млн. га, чеснок 1,2 млн. га, прочие виды 199 тыс. га. Всего в мире производится 74,2 млн. т. лука репчатого. На первом месте по производству находится Китай с 20,4 млн. т. (27,5 % мирового производства). Средняя урожайность лука репчатого в мире составляет около 20 т/га, а максимальная урожайность 63,8 т/га (Южная Корея) (Агафонов А.Ф., 2012).

В настоящее время в мире производится более 66 миллионов тонн лука, основные мировые производители – это Индия и Китай – более 46 миллионов тонн. На долю России приходится 1,6 миллионов тонн.

В 2019 году в России лидерами по валовому сбору лука являлись Южный и Приволжский федеральные округа, где произведено 905 тыс. тонн лу-

ка, в частности Волгоградская (более 31,8%) и Астраханская (более 23,5%) области, Саратовская, Ростовская области и Ставропольский край (28,3% суммарно), где в условиях интенсивных гибридов, повышенных доз удобрений, фертигации и капельного орошения отдельные хозяйства получают до 100 и более тонн с гектара лука в однолетней культуре.

При этом средняя урожайность лука по стране составляет не более 25 т/га, а обеспеченность населения доходит только до 82% от нормы (17 кг), рекомендованной институтом Питания РАН. К тому же, производство лука является сезонным, и при хранении продукции потери достигают 30% и более, что ещё больше снижает обеспеченность населения собственной продукцией.

Недостаток лука на внутреннем рынке в весенне-летний период приходится компенсировать импортом, который ежегодно достигает полумиллиона тонн. Крупнейшие поставщики – Нидерланды, Китай, Турция, Египет и другие. Для сокращения импортозависимости необходимо как увеличение объёмов производства за счёт повышения урожайности, так и снижения потерь лука при хранении.

По причине недостатка продукции лука на внутреннем рынке экспорта репчатого лука из России в 2012–2015 годах практически не было. Общий объем отечественного рынка репчатого лука в 2015 году составлял 2491 тыс. т. В настоящее время Россия в состоянии обеспечить себя луком репчатым на уровне 84%, доля импорта составляет около 16%. Для решения задачи импортозамещения требуются научные разработки по повышению эффективности удобрений, повышению урожайности и сохранности репчатого лука при зимне-весеннем хранении. Изучению этих вопросов и посвящена данная научная работа.

Актуальность темы. Экономическая независимость и продовольственная безопасность страны определяется уровнем развития сельского хозяйства, его способностью удовлетворять потребность населения в продуктах питания за счет внутреннего производства (Матвеева Н.И. и др., 2019).

В РФ площадь, занятая под луком в 2019 году, составила 60 тыс. га, валовый сбор составил 1670 тыс. т при средней урожайности 27,8 т/га. Лидеры по сбору – Волгоградская (340 тыс. тонн) и Астраханская (251,6 тыс. тонн) области, Ростовская (109,6 тыс. тонн), Саратовская (99,9 тыс. тонн) области и Ставропольский край (92,3 тыс. тонн).

Лук – это одна из наиболее разносторонне потребляемых населением овощных культур в течение всего года. По вкусовым и диетическим свойствам лук репчатый занимает ведущее место среди многих овощных культур как источник витаминов С, А, B_1, B_2, B_5, B_6, B_9, Е, Р, РР, микроэлементов и антиоксидантов, эфирных масел, обладающие фитонцидным антимикробным действием. Поэтому наряду с питательной ценностью имеет важное лечебное значение (Маршак М.С., 1973; Скляревский Л.Д., 1975; Литвинов С.С., 2008).

Новые технологии и гетерозисные гибриды, созданные в последние годы, позволяют выращивать лук в условиях Нечерноземной зоны в однолетней культуре, а не в двулетней, как ранее, через севок. Однако таких исследований в условиях пойменных почв Московской области крайне мало. Здесь можно отметить работы сотрудников ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО: Иркова И.И., Быковского Ю.А., Леунова В.И. и др. Изучение вопросов питания растений однолетнего лука с целью получения высокого урожая с хорошими биохимическими показателями качества продукции, а также длительной сохранности при зимне-весеннем хранении является, на наш взгляд, актуальным.

Цель исследований: установить влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность, качество и сохраняемость гибридов лука репчатого в однолетней культуре при капельном орошении в условиях Московской области.

Задачи исследований:

1. Изучить динамику основных питательных веществ в почве по фазам развития растений в зависимости от условий питания;

2. Определить влияние удобрений и регуляторов роста на урожайность гибридов лука репчатого в однолетней культуре;

3. Выявить влияние удобрений и регуляторов роста на биохимические показатели качества однолетнего лука репчатого;

4. Изучить сохраняемость гибридов лука репчатого и изменение их качества в процессе хранения по фонам питания;

5. Определить потребление, вынос питательных веществ гибридами лука репчатого и коэффициенты их использования из почвы и удобрений;

6. Оценить экономическую эффективность применения удобрений и регуляторов роста при выращивании новых гибридов лука в однолетней культуре в условиях Московской области.

Научная новизна. В условиях аллювиальных луговых почв Московской области выявлено положительное действие минеральных удобрений, калийной селитры, регулятора роста Циркон и микроудобрения Тенсо Коктейль на содержание питательных веществ в почве, урожайность, биохимическое качество и сохранность при длительном хранении новых гибридов лука в однолетней культуре. Установлены оптимальные сроки лёжкости новых гибридов и сроки реализации продукции при хранении в условиях охлаждения, при режиме влажности 80-90% и температуре -1…0°С. Определены величины потребления питательных веществ на создание единицы урожая и коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

Теоретическая и практическая значимость исследований.

Рекомендовано использование основного внесения удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ в сочетании с обработкой растений регулятором роста Циркон (0,25 л/га) в фазу начала формирования луковиц (I-II декады июля) для получения урожайности репчатого лука на уровне 45-60 т/га.

Предложено применять комплекс микроэлементов Тенсо Коктейль (0,7 кг/га) на фоне внесения дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$, а также калийную селитру (10 кг/га) в фазу начала образования луковиц для повышения урожайности на 5-10 т/га и улучшения пищевых качеств луковиц.

Определены нормативы затрат питательных веществ на формирование 10 т продукции гибридов лука: N – 32-36 кг, P_2O_5 – 11-14 кг, K_2O – 40-45 кг.

Установлены коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

Рекомендовано выращивание в однолетней культуре полуострых гибридов лука Беннито F_1 и Первенец F_1 с целью длительного (7 месяцев) хранения продукции.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. эффективные некорневые обработки растений лука репчатого калийной селитрой, регулятором роста Циркон и микроудобрением Тенсо Коктейль;

2. повышенная сохранность лука репчатого при длительном (7 месяцев) хранении и корреляционные зависимости сохранности от биохимического состава луковиц;

3. потребление, вынос и коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений гибридами лука репчатого;

4. экономическая эффективность выращивания новых гибридов лука репчатого в однолетней культуре.

Степень достоверности и апробация работы. Достоверность результатов подтверждена большим объемом исследований и наблюдений, применением стандартизированных методов и учетов, статистической обработкой результатов. Результаты исследований доложены на заседаниях методической комиссии ФГБНУ ФНЦО, 2-х научных конференциях. Результаты исследований отображены в 10 печатных публикациях, 4 из которых входят в перечень ВАК.

Личный вклад автора. Автором А.Р. Бебрисом непосредственно все полевые, лабораторные и аналитические исследования, анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, а также написание текста диссертации с выводами и предложениями, выполнены полностью лично соискателем. Диссертация содержит фактический материал, полученный автором

с 2014 по 2017 годы. В отдельных экспериментальных исследованиях участвовали сотрудники ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО.

Объём и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 170 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, методики и условий проведения исследований, экспериментальной части, заключения и предложений производству, списка использованной литературы и приложений. Включает 24 таблицы, 21 рисунок. В списке литературы 256 источников, в т. ч. 40 на иностранных языках.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Биологические особенности лука репчатого

Лук – растение холодостойкое, при этом требовательность его к теплу и устойчивость к пониженной температуре в разные фазы роста и развития растения неодинаковы (Генейди Г.С., 1971). Семена и луковицы начинают прорастать при температуре 3…5 °С, всходы выдерживают заморозки до -2 °С, взрослые растения – до -5…-6 °С. Оптимальная температура для выращивания лука 18…22 °С, а в период формирования луковицы – до 30 °С (Борисов В.А. и др., 2003). Accola P. (1960) сообщает, что всхожесть семян зависит в большей степени от температуры почвы. Дятликович А.И. (1968) приводит сведения, что при температуре почвы 7…10 °С всходы появляются через 25-30 дней, при 10…12 °С через 15-17 дней; при летних и осенних посевах, когда температура почвы поднимается до 18…22°С семена прорастают в 2 раза быстрее – на 9-10-й день. При дальнейшем повышении температуры (до 30 °С) всходы задерживаются.

Корневая система развивается при температуре до 25 °С, переносит заморозки до -4…-6 °С и кратковременные – до -15°С (Ершов И.И., 1967). Семядоля неморозостойкая, всходы в фазе петельки погибают при -2 °С (Brewster J.L., 2008).

Для роста и развития ассимиляционного аппарат оптимальна температуре 15…25 °С; выдерживает морозы до -7 °С и переносит жару в 35 °С. При длительной температуре выше 20 °С ассимиляция приостанавливается, растения переходят в фазу покоя и могут сформировать луковицу вне зависимости от числа листьев (даже при выращивании рассады лука).

В период формирования и созревания луковицы снижение температуры ниже 25 °С замедляет рост луковиц, они к уборке могут не созреть и будут плохо храниться. При температуре выше 30 °С вследствие большой траты пластических веществ на дыхание луковицы вырастают мелкими (Борисов В.А. и др., 2003).

Лук, особенно южных сортов, хорошо переносит повышенные температуры воздуха. Только при достижении температуры 35…40 °С рост его угнетается.

Лук – растение длинного дня. Во всех климатических зонах России активный рост листового аппарата и формирование луковицы происходит в условиях естественно нарастающей и наибольшей продолжительности дня: на юге 13-15 часов, на севере 15-18 часов (Казакова А.А., 1978; Goodwin P.B., 1978; Wright C.J., 1986; Barrs H.D., 2005).

При коротком (10-12 часов) дне лук репчатый растёт хорошо, но питательные вещества при этом в запасные не переходят, луковица не образуется и растение не входит в фазу покоя; образуется «лук-толстошейка» (Jones H.A., 1952; Мошков Б.С., 1970). Это необходимо учитывать при подборе сортов и агротехники (Baroowa S.R., 1973).

У южных сортов при выращивании в северных районах созревание луковицы задерживается из-за недостатка тепла, а у северных сортов на юге оно затягивается из-за более короткого дня (Magruber R., 1937; Коняев Н.Ф., 1964). Задержка с посевом на 1-2 недели часто приводит к плохому вызреванию луковиц, так как формирование их приходится на время с естественно укорачивающимся днём.

При посадке луковицы севка или выборка требовательность к интенсивности освещения меньше, поскольку в первое время рост растения идёт за счёт запасов питательных веществ в луковице (Сешадри С., 1988).

Иванова Е.И. (1980) сообщает, что лук требователен к интенсивности освещения; при загущённом посеве или обилии сорняков создаются условия низкой освещённости, процессы ассимиляции угнетаются, растения отстают в росте и развитии. Если сорняки не удаляются из посевов первые две недели после массовых всходов, то урожайность лука снижается на 20%, за шесть недель – на 45%, за восемь недель – на 65% (Колесников В.А., 1991).

Сроки формирования луковицы зависят от скороспелости сорта и в значительной степени от влияния на растения ряда внешних факторов: пло-

щади питания, температуры, обеспеченности влагой, плодородия почвы, продолжительности и интенсивности дневного и солнечного освещения (Пивоваров В.Ф. и др., 2001).

Лук репчатый является весьма требовательной культурой к влажности почвы и воздуха. При отсутствии влаги семена не могут прорастать, а учитывая, что корневая система в первые фазы роста развивается медленно, засухоустойчивость растений в это время слабая (Борисов В.А. и др., 2003). При этом необходимо учитывать, что лук чувствителен и к избыточному увлажнению – он подвержен «вымоканию» и «выпреванию» (Моисеенко Д.А., 1974).

Особое внимание необходимо уделять сохранению почвенной влаги. Микаелян Г.А. (2005) рекомендует при сухой осени проводить влагозарядковые поливы, зимой – снегозадержание, ранней весной – закрывать влагу боронованием.

Известны критические периоды: первые две недели после посева, две-три недели после массовых всходов (активный рост листового аппарата и отрастание корневой системы), когда растения лука особенно нуждаются в почвенной влаге. По данным Brewster J.L (1994), недостаток влаги способствует более полному вызреванию лука. При избытке влаги в период созревания луковиц последние не переходят в состояние покоя, шейка их остаётся сочной, что ухудшает лёжкость (Борисов В.А. и др., 2003).

Севок, имея запас влаги для начального роста корневой системы и листового аппарата, отличается меньшей требовательностью к увлажнению, нежели семена. По данным Сахончик В.П. (1998), возможно выращивание лука из севка без полива, но с дополнительным увлажнением увеличивается урожайность.

Плескачев Ю.Н. (2013) сообщает, что лук лучше реагирует на полив по бороздам, чем на дождевание. Рекомендуется поддерживать наименьшую влагоёмкость почвы (НВ) на уровне 80% в течение вегетации, а к фазе полегания листьев – на уровне 70%.

Для развития растений лука немаловажную роль играет и влажность воздуха. Pause J. (1968) сообщает, что оптимальная влажность воздуха составляет 60-70%; при высокой влажности (80% и более) происходит развитие грибных заболеваний лука.

Репчатый лук отличается повышенной требовательностью к *плодородию почвы*. Для выращивания лука в соответствии с его биологическими особенностями необходимо использовать лёгкие супесчаные и суглинистые, плодородные, с высокой влагоёмкостью и влагопроницаемостью, незасорённые почвы. Тяжёлые и кислые почвы под лук непригодны (Пивоваров В.Ф. и др., 2001). На тяжёлых глинистых почвах образуется корка, препятствующая всходам и нормальному утолщению луковицы (Авдеенко С.В., 2013; Annon R., 2005). Борисов В.А. (1978, 2016) указывает, что на пойменных почвах и осушенных торфяниках лук растёт хорошо, но созревание его задерживается.

Под лук лучше вносить хорошо перепревший навоз и перегной. В севообороте его размещают второй культурой после внесения свежего навоза и возвращают его на прежнее место не ранее, чем через 4-5 лет (Пивоваров В.Ф. и др., 2001).

Корневая система лука и чеснока развита довольно слабо, основная масса корней расположена в пахотном слое, глубина их проникновения не превышает 60 см. Корни охватывают очень небольшой объём почвы (до 0,2 $м^3$), растения плохо выдерживают повышенную концентрацию почвенного раствора, поэтому лук лучше растёт на окультуренных, богатых гумусом, почвах (легкосуглинистых и супесчаных) с суглинистой подпочвой и хорошей обеспеченностью питательными веществами (Сапун Н.П., 1957; Журбицкий З.И., 1963). Питательные вещества в период роста растений и формирования луковицы должны находиться в зоне расположения основной массы корней, в удобоусвояемой форме и в достаточном количестве (Пивоваров В.Ф. и др., 2001).

Лук относят к группе требовательных к почвенным условиям культур, наряду с морковью, огурцом, кабачком и др. (Беккер-Делингер, 1933; Эдельштейн, 1962; Борисов В.А., 1978; Лудилов В.А., Иванова М.И., 2010).

Оптимальная реакция почвенной среды (pH) – 6,0-6,4, допустима – до 7,4 (Прохоров И.А., 1997; Brewster J.L., 2008). Кислые почвы для посева лука непригодны, а при отсутствии выбора их обязательно известкуют. Новичихин А.М. (2012) указывает, что лук репчатый отрицательно реагирует на высокую концентрацию солей при использовании минеральных удобрений. На это же обращают внимание и другие авторы (Пивоваров В.Ф. и др., 2001; Борисов В.А. и др., 2003).

Во всех зонах России большой эффект даёт внесение половины установленной дозы удобрений под зябь, а оставшуюся половину – в виде двух-трёх подкормок одновременно с поливом (Пивоваров В.Ф., 2001). В зависимости от уровня планируемой урожайности, применяемой агротехники, типа почвы, дозы удобрений корректируют (Борисов В.А., 1978). Ю.С. Бургарт (1974) предлагает располагать удобрения не в рядки, а сбоку или под рядками на расстоянии 5 см, что повышает их эффективность.

1.2. Качество и питательная ценность лука репчатого

К числу основных показателей, характеризующих качество овощей, относятся их размер, форма, окраска, консистенция, содержание питательных веществ, вкус, аромат, транспортабельность, лёжкость, пригодность для переработки (Борисов В.А. и др., 2003).

Биохимический состав лука репчатого служит одним из главных показателей качества продукции. Несмотря на относительное постоянство химического состава различных сортов лука, почвенно-климатические условия зоны возделывания оказывают существенное влияние на биохимический состав луковицы (Коняев Н.Ф., 1959; Шифрина Х.Б., 1961; Бекдаирова К.Ж., 1971; Борисов В.А., 2016).

Содержание сухого вещества – один из наиболее важных показателей качества овощной продукции. От него зависит возможность и эффективность

различного рода переработки овощей, их сохранность при хранении. Известно, что содержание сухого вещества под влиянием минеральных удобрений часто снижается. Но при благоприятных для данной культуры и сорта соотношениях питательных веществ это снижение может быть наименьшим. Избыточные дозы азота на пойменных почвах и торфяниках, богатых азотом, могут снизить содержание сухого вещества; однако, при недостатке азота в почве азотные удобрения могут существенно увеличить этот показатель (Борисов В.А., 1978).

Сухие вещества подразделяются на нерастворимые (клетчатка, протопектин, крахмал, жирорастворимые пигменты, минеральные вещества и др.) и растворимые (углеводы, азотистые вещества, растворимые формы витаминов, пектина и др.). Первые составляют клеточные стенки и механические элементы тканей и определяют главным образом механическую прочность тканей и их консистенцию. Растворимые сухие вещества находятся в клеточном соке (Метлицкий Л.В., 1970).

Углеводы – главный продукт фотосинтеза и основной материал для дыхания растений. Их синтез находится в тесной связи с условиями образования сухого вещества в растительном организме.

Как правило, при избыточных дозах азота или одностороннем азотном питании содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в овощах уменьшается, но наблюдается значительное увеличение азотистых соединений, особенно небелковых форм азота. Фосфорные и калийные удобрения способствуют увеличению содержания сахаров и аскорбиновой кислоты. Полное минеральное удобрение всегда улучшает качество овощей (Ермаков А.И., Арасимович В.В., 1961; Сокол П.Ф., 1978).

Пивоваров В.Ф. и др. (2001) указывают, что лук отзывчив на фосфорно-калийные удобрения, которые способствуют накоплению углеводов в луковицах, ускоряют вызревание их и семян и повышают лёжкость луковиц.

При недостатке калия и фосфора образование сахаров и передвижение их в продуктовые органы подавляется, в листьях накапливается большое ко-

личество моносахаров, процессы превращения простых сахаров в сложные замедляются (Борисов В.А., Успенская О.Н. и др., 2016).

Углеводы подразделяются на моносахара (глюкоза, фруктоза, галактоза), дисахара (сахароза, мальтоза, лактоза), перевариваемые полисахариды (крахмал, инулин) и неперевариваемые полисахариды (клетчатка, пектины) (Борисов В.А., 2016).

В луке репчатом содержится, в среднем, 8% суммы сахаров, в том числе 2% дисахаров, 0,7% клетчатки, 0,6% пектина (Покровский А.А., 1976, Сокол П.Ф., 1978).

Одним из важнейших показателей безопасности сельскохозяйственной продукции является содержание нитратов (Соколов О.А., 1991; Киприянов Н.А., 1997; Донченко Л.В., 1999). По мнению Церлинг В.В. (1979), токсичность нитратов обусловлена образованием нитритов, что может вызвать увеличение метагемоглобина в крови человека. В то же время в работах Николаевой М.А. (1985), Киприянова Н.А. (1997), Борисова В.А. и др. (2003) и других исследователей высказывается мнение, что токсичность нитратов связана также с образованием нитрозаминов, являющихся канцерогенами.

Литвинов С.С. и др. (1998) подчёркивает, что нитраты являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения, установленное допустимое количество которых не оказывает отрицательного влияния на организм человека и животных.

ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 8 августа 2019 года) регламентирует предельно-допустимые количества (ПДК) нитратов в овощной продукции. Для лука репчатого и продуктов его переработки ПДК на нитраты ограничено 80 мг/кг сырой массы.

Борисов В.А. в своих работах (1978, 1990, 2003, 2016) подчёркивает, что контролировать накопление и снижать содержание нитратов в овощах возможно при грамотном применении агротехнических приёмов, в том числе научно-обоснованной системы удобрений.

Съедобная часть (сочные чешуи) луковицы составляют 86-93%; богата сахарами, эфирными маслами, аскорбиновой кислотой. Углеводы представлены в основном глюкозой, фруктозой и сахарозой, другие виды углеводов составляют пектиновые вещества (0,5-0,6%), клетчатка, пентозаны. Особую ценность луку репчатому придают эфирные масла, отличающиеся фитонцидными свойствами, острым вкусом и запахом. В зависимости от состава и количества эфирных масел, а также сахаров сорта лука делят по вкусу на острые, полуострые и сладкие (салатные). В острых сортах содержится в среднем 39 мг% эфирного масла и 11% сахаров, в полуострых – 25 мг% и 7,5%, в салатных – 18 мг% и 6% соответственно (Борисов В.А. и др., 2003).

Фитонциды – летучие ароматические вещества особой природы, которые лук постоянно выделяет. Они обладают уникальным бактерицидным воздействием на ряд патогенных и сапрофитных микроорганизмов и простейших одноклеточных организмов. Фитонцидные свойства лука используются также для защиты растений от вредителей и болезней (Зволинский В.П., Шершнев А.А., 2012).

По данным Арасимович В.В. (1962), различия между разными сортотипами репчатого лука по качеству очень существенны – острые, традиционно российские сорта, превышают сладкие, преимущественно зарубежные, по сухому веществу в среднем на 60%, а по сумме сахаров – в среднем на 50%.

Химический состав лука непостоянен, он зависит от сорта, величины луковицы, района выращивания, агротехники и системы удобрения. Так, Князьков А.Н. и др. (2014) утверждают, что при увеличении доз минеральных удобрений наблюдается тенденция уменьшения содержания сухого вещества и увеличения содержания суммы сахаров в луковицах. Напротив, В.А. Семенов (2010) указывает, что внесение удобрений приводит к снижению сахаров в луковицах, а с увеличением доз повышается содержание аскорбиновой кислоты.

В работе Хуинь Т.Х. (1993) отмечается, что при внесении фосфорно-калийных удобрений содержание сухого вещества и нитратов снижается, за-

то наблюдается увеличение содержания сахаров и витамина С; при внесении азотно-калийных и азотно-фосфорных удобрений содержание сухого вещества, витамина С и нитратов было приблизительно одинаково.

Изучение химического состава лука репчатого показало, что в процессе созревания в луковицах повышается содержание сухого вещества и сахаров, но количество аскорбиновой кислоты всегда уменьшается (Плешков Б.П., 1969; Бекдаирова К.Ж., 1971).

В работе Ф.Э. Реймерса (1959) отмечается, что недостаток влаги в почве увеличивает сахаристость листьев и луковиц. Так, при выращивании сорта Даниловский местный при влажности почвы 40% от полной влагоемкости (ПВ) в луковицах обнаружено 8,0% сахара, при 90% ПВ – только 6,9%; у сорта Каба соответственно 4,77% и 3,07%. В листьях указанных сортов концентрация сахаров была на 10% выше при выращивании на почве с влажностью 40% ПВ.

На рост и развитие сельскохозяйственных культур, несомненно, влияют почвенно-климатические условия. В различных регионах страны проведено большое количество работ по изучению качественных показателей продукции лука репчатого – луковиц.

В работе Любченко А.В., Семёнова В.А. (2018) на чернозёмовидных тяжелосуглинистых почвах республики Адыгея показано, что в зависимости от дозы минеральных удобрений, луковицы содержали 11,8-12,44% сухого вещества, 2,69-3,49% моносахаров, 4,47-6,70% сахарозы, 7,55-13,78 мг% аскорбиновой кислоты. Повышенные дозы удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) оказывали положительное действие на накопление только аскорбиновой кислоты в луковицах.

При исследовании биохимического состава 12 образцов сортов и гибридов лука репчатого в однолетней культуре в почвенно-климатических условиях Новосибирской области, установлено, что биохимические показатели качества продукции колебались в довольно широких пределах: сухое веще-

ство от 5,7 до 13,9%, сумма сахаров – от 2,2 до 7,7%, витамин С – от 11,5 до 17,2 мг/100 г, нитраты – от 20,3 до 43 мг/кг (Зизина Я.Ф., Галеев Р.Р., 2014).

Хекилаев Ц.А., Доев Д.Н. (2019) отмечают, что при избыточном азотном питании содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в овощах, в том числе в луке репчатом уменьшается, но наблюдается значительное увеличение азотистых соединений, особенно небелковых форм азота. Напротив, фосфорные и калийные удобрения способствуют увеличению содержания сухих веществ, сахаров и аскорбиновой кислоты. При внесении полного минерального удобрения, качество урожая луковиц меняется, но значительно меньше, чем при одностороннем внесении азотных или других видов удобрений.

В работе Дубенка Н.Н., Богданенко М.П., Выборнова В.В. (2011) на светло-каштановой среднесуглинистой почве Волгоградской области отмечается существенное возрастание нитратов в продукции лука репчатого при повышении уровня минерального питания, несмотря на применение полного, сбалансированного, удобрения. Так, при внесении удобрений в малой дозе ($N_{50}P_{35}K_{10}$) содержание нитратов в луковицах составило 23-52 мг/кг, при дозе $N_{110}P_{60}K_{100}$ содержание нитратов возросло до 40-74 мг/кг, а при дозе $N_{170}P_{85}K_{190}$ – до 55-92 мг/кг сырой массы. Авторы отмечают, что при повышении предполивного порога влажности почвы содержание нитратов в продукции снижалось.

В работе Пирова Т.Т. (2002) показано, что с увеличением доз азотных удобрений происходит снижение содержания в луковицах сахаров и сухого вещества, при тенденции повышения содержания витамина С; фосфорных – возрастание содержания сухого вещества и сахаров; калийных – увеличение витамина С и снижение нитратов.

Наибольшее количество сухих веществ, сахаров и витамина С накапливается при выращивании лука капельным способом полива при дифференцированном режиме орошения 80-70-70 % НВ и расчетном уровне (N_{455}) минерального питания на урожай 100 т/га (Лымарь В.А., 2015).

Стрельникова Р.А. (1968) отмечает, что при хранении лука наблюдаются значительные потери сахаров, особенно при несбалансированном в отношении азота, фосфора и калия питании. При этом в луковицах хорошо сохраняется аскорбиновая кислота, особенно при выращивании на полном минеральном удобрении.

Любченко А.В., Семёновым В.А. (2018) в исследованиях с луком установлена корреляционная зависимость массы товарных луковиц с количеством аскорбиновой кислоты (r=0,69), содержания сухого вещества с сахарозой (r=0,85) и общим сахаром (r=0,64) и отрицательная – с моносахарами (r=-0,72).

Реймерс Ф.Э. (1959) указывает, что характерным показателем наиболее полного физиологического созревания является величина отношения сахарозы к моносахарам в луковице. Наибольшая её величина свидетельствует о созревании луковицы, оно характерно для фазы полного полегания листьев и дальнейшего дозревания луковиц.

Кузмене Г.С. (1963), изучая сохранность луковиц в разных условиях хранения, подтвердил, что самую большую часть сухих веществ у лука составляют растворимые углеводы, в которых преобладает сахароза. Автор также указывает, что отношение сахароза/монозы в луковицах влияет на лёжкость лука: сорта с более высоким отношением сохраняются лучше.

В работе Селивановой М.В. (2019) показано, что минеральные удобрения в точно рассчитанной, сбалансированной дозе, увеличивают не только урожайность лука репчатого, но и улучшают качественные характеристики луковиц – повышают содержание сухого вещества, сахаров и витамина С, что положительно влияет на лёжкость продукции при хранении.

По данным Жарковой С.В. (2013), высокая положительная прямая зависимость выявлена между содержанием сухого вещества в луковицах и общего сахара (r = 0,97-0,98) и витамина С (r = 0,87-0,92); общего сахара и витамина С (r = 0,78-0,93). Средняя или слабая прямая положительная связь

выявлена между признаками «содержание сухого вещества», «содержание общего сахара», «содержание витамина С» и «содержанием нитратов».

Овощи, в том числе лук репчатый, являются основным источником минеральных солей для человека. Борисов В.А. (2016) приводит следующие данные по содержанию в луковицах лука минеральных веществ (мг/кг): К – 1750, Ca – 310, Mg – 140, P – 580, Na – 180, Fe – 7,3, Mo – 2,7, Cu – 1,34, Zn – 2,62.

1.3. Капельное орошение при возделывании лука репчатого в однолетней культуре

Лук репчатый – одна из наиболее требовательных культур к обеспеченности влагой, особенно первые 3-4 недели после всходов, когда у растений происходит смена корневой системы и появляется первый настоящий лист. Корневая система у взрослого растения расположена горизонтально на глубине не более 30 см от поверхности. Норма полива за сезон – 8-12 раз по 300–400 $м^3$/га. Прекращать его следует за 2-3 недели до уборки (Дубинин С.В., Осихов А.И., 2014).

Капельное орошение на сегодняшний день является наиболее эффективным способом подачи воды и питательных веществ растениям, значительно ускоряя их рост, развитие и повышая продуктивность, что признаётся отечественными (Долгов С.И., 1948; Иванов А.Ф., 1979; Бальбеков Р.А. и др., 2003; Бородычев В.В., 2007 и др.) и зарубежными исследователями (K. N. Tiwari, P. K. Mal, R. M. Singh, A. Chattopadhyay, 1998, A. M. Al-Omran, A. S. Sheta, A. M. Falatah, A. R. Al-Harbi, 2005, Al-Omran, 2010 и др.). При таком способе полива вода поступает непосредственно в зону корневой системы и максимально эффективно используется растениями, так как испарение происходит только через растения.

В последние годы лук репчатый и другие овощные культуры в России в основном возделываются с использованием систем капельного полива, что продиктовано стремлением снизить материальные издержки на единицу площади и получать необходимое количество и качество урожая.

Также через систему капельного орошения проводятся подкормки минеральными удобрениями, которые одновременно с водой равномерно распределяются каждому растению (Бородычев В.В. и др., 2005). При этом не уплотняется почва, не образуется почвенная корка, отпадает необходимость рыхления почвы после каждого полива (Шумаков Б.А., 1957; Плескачёв Ю.Н., 2013).

Оптимизация условий минерального питания внесением доз удобрений на планируемую урожайность способствует более рациональному расходу воды растениями лука (Бородычев В.В., Афиногенов В.В. и др., 2008).

Недостаточное количество влаги чревато сильной изреженностью посевов. Поэтому, сразу после посева и монтажа системы капельного орошения, включается полив до полного промокания контура увлажнения в зоне залегания семян. Влажность почвы в зоне размещения основной массы корней должна поддерживаться до начала образования луковиц не ниже 80%, в период формирования луковиц не ниже 70% НВ (Гиль Л.С. и др., 2007).

Дифференцированное поддержание влажности почвы в зоне развития корневой системы культурных растений на оптимальном для данной фазы развития уровне является основным принципом капельного орошения.

Поливные нормы, а, следовательно, и режим полива определяются количеством испаряемой и потребляемой растениями влаги и контролируются при помощи контрольно-измерительных приборов (тензиометров), разрабатываются и корректируются для каждого участка индивидуально. Поливы прекращают ориентировочно за 20 дней до уборки. В период созревания постепенно снижают влажность почвы, что позитивно влияет на лежкость луковиц и предупреждает их поражение серой и шейковой гнилями (Гиль Л.С. и др., 2007).

В случае использования капельного орошения, на четырехрядной гряде лента должна располагаться между 1-м и 2-м, и между 3-м и 4-м рядами.

Применение капельного полива обеспечивает требуемую влажность со значительной (до 50% и более) экономией поливной воды. При применении

капельного полива следует избегать избытка влаги, поскольку это может привести к вымыванию из корневого слоя питательных веществ.

Многие исследователи (Грамматикати О. Г., 1966; Долгов С. И., 1948; Роде А. А., 1960 и др.) отмечали, что наибольшую перспективу имеют способы орошения, которые обеспечивают не только экономное использование воды, но и возможность подачи растворенных в ней питательных веществ непосредственно в зону расположения корневой системы растения.

Применение капельного орошения дает возможность экономно расходовать воду, дозировано подавая ее непосредственно в корнеобитаемую зону растений в соответствии с их водопотреблением. При такой технологии полива снижаются затраты оросительной воды на единицу продукции. Оросительные нормы определяются практически только физиологическими потребностями культур, а коэффициент земельного использования повышается до 95-98% (Балбеков Р.А., 2003).

По сообщениям многих авторов (Роде А.А., 1960; Устенко Г. П., 1963; Штепа Б.Г., 1983 и др.), при переходе от «поверхностных» способов орошения и дождевания к капельному орошению происходит снижение поливных норм на 30-70% с одновременным повышением урожайности до 50% и более.

Многие авторы (Шумаков Б.А., 1957; Шатилов И.С., 1978; Унгуряну Ф.В., 1985 и др.) отмечают, что оптимизация режима снабжения растений водой, воздухом и питательными элементами обуславливает его равномерный рост и развитие, что приводит к существенному увеличению урожаев валовой и товарной продукции.

В работе Дубенка Н.Н. и др. (2010) доказано преимущество сочетания капельного орошения и внесения минеральных удобрений при возделывании перспективных гибридов лука репчатого, что обеспечивает в условиях Нижнего Поволжья формирование до 120 т/га луковиц стандартного качества.

Бородычев В.В. (2007) сообщает, что при капельном орошении, наряду с увеличением урожайности, наблюдается и улучшение качества получаемой продукции, а также ускорение сроков ее созревания за счет постоянного, в

течение всего вегетационного периода, поддержания оптимального водного, воздушного и питательного режимов почвы.

При капельном орошении формирование основной массы корневой системы растения происходит в объеме почвы с высоким содержанием влаги, приближенном к капельнице, что способствует быстрому и эффективному поглощению питательных веществ. Кроме этого, благодаря капиллярному принципу циркуляции воды в почве, она почти не вытесняет воздух. Макропоры почвы в основном остаются сухими, с хорошей аэрацией, и уровень влажности лишь незначительно превышает полевую влагоемкость, за исключением небольшого насыщенного водой участка вблизи капельницы. Это обеспечивает интенсивное дыхание корней на протяжении всего цикла роста, не прерывающегося во время или непосредственно после орошения.

Основные преимущества капельного орошения:

- повышение урожайности культуры с одновременным снижением поливных норм и уменьшением затрат воды на получение единицы продукции;
- уменьшение площади увлажняемой зоны и как следствие снижение потерь влаги за счет испарения;
- возможность проведения поливов при сильном ветре с сохранением равномерности распределения влаги на орошаемом участке;
- отсутствие необходимости тщательной планировки орошаемого участка, так как поливные трубопроводы с компенсирующими давление капельницами позволяют их применение в самых сложных топографических условиях и не вызывают поверхностного стока;
- снижение оросительных норм, практически исключающее возможность фильтрации в нижележащие горизонты и позволяет применять системы капельного орошения на территориях с залеганием уровня грунтовых выше, чем допустимо для других способов полива, без опасности засоления;
- предоставляется возможность проведения сельскохозяйственных работ во время орошения;

- обеспечивается подача удобрений непосредственно в корнеобитаемый слой;
- исключаются периферийные потери воды;
- проведение поливов малыми поливными нормами и с короткими межполивными периодами, вследствие чего уменьшается количество сорняков в междурядьях;
- при переходе от других типов орошения к капельному, процесс адаптации происходит быстро и без проблем.

Сразу же после начала масштабного использования систем капельного орошения было выявлено значительное сокращение затрат труда по сравнению с существующими способами полива. Экономия рабочей силы происходит не только благодаря созданию технически совершенных оросительных систем, требующих минимальных затрат рабочего времени в период эксплуатации. Она обеспечивается и значительным снижением потребности в проведении обработок почвы в период вегетации, борьбы с сорной растительностью и вредителями растений. Сокращение данных затрат осуществляется за счет формирования жестких условий для жизнедеятельности сорняков в междурядьях и отсутствия увлажнения листовой поверхности. Кроме того, при капельном орошении по сравнению с дождеванием не происходит смыв инсектицидов и фунгицидов с листьев растений (Шумаков Б.А., 1957; Устенко Г.П., 1963).

Важно отметить, что капельное орошение, как и любой другой вид орошения не является идеальным. Анализ литературных источников (Шумаков Б.А., 1965; Иванов А.Ф., 1979; Журба М.Г., 1990 и др.) позволил определить основные проблемы при использовании систем капельного орошения и возможные пути их преодоления:

- экономическая целесообразность выбора данной системы орошения, при соотношении планируемого увеличения урожая и экономии воды с затратами на приобретение оборудования;

- не пригодность для использования в качестве противозаморозкового орошения. Решением в этом случае может быть совместное использование капельного орошения с дождеванием либо сезонная установка противозаморозковых систем;
- не приемлемо для вспомогательных технических поливов;
- при определенных типах почв и загрязнении поливной воды возможно увеличение концентрации солей в зоне смоченного контура влекущее за собой опасность их попадания в корневой горизонт;
- засорение капельных водовыпусков;
- засоление почв, особенно в южных регионах страны.

1.4. Удобрения и регуляторы роста для растений

Применение удобрений в интенсификации овощеводческой отрасли сельского хозяйства проводят, главным образом, с целью повышения продуктивности и экономической целесообразности ведения производства. Муравин Э.А. и др. (2003) сообщает, что удобрения являются главным фактором увеличения урожайности и валовых сборов сельскохозяйственных культур, а также повышения плодородия почвы.

Овощные культуры требовательны к условиям минерального питания и уровню плодородия почвы. Возделывают их в Нечернозёмной зоне, в основном, на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах, пойменных и осушенных торфяниках (Журбицкий З.И., 1963; Борисов В.А. и др., 1991).

Рациональная система применения удобрений позволяет увеличить урожайность возделываемых культур на 40-50%, не снижая при этом уровень почвенного плодородия (Ковылин В.М. и др., 2004).

В работах Д.Н. Прянишникова (1953), Б.И. Дукаревича (1979); В.В. Штефана (1981); Г.Г. Вендило (1990), H. Michalic. (1986), Subhan (1987), A.M. Evers (1988), K. Michalic, L. Umiecka (1988), N.J Snoek et.al. (1988), C.H. Neilsen, D. Neilsen, E.J. Houge (1996) и др. показано действие условий питания растений на урожайность и биохимическое качество овощных культур.

Внесение органических и минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур – главное средство улучшения корневого питания растений (Магницкий К. и др., 1965; Гусев М.И., 1969; Дукаревич Б.И., 1979).

Рост растений определяется множеством факторов, среди которых ведущая роль все же принадлежит удобрениям и особенно минеральным (Никляев В.С., 1990).

Для характеристики отношения овощных растений к уровню минерального питания применяют два критерия: реакцию растения на наличие тех или иных питательных элементов в почве, а также количественный уровень потребления растениями отдельных элементов питания из почвы. Большинство овощных культур потребляют больше всего калия, затем азота и фосфора, что подтверждается данными многочисленных научных исследований (Журбицкий З.И., 1963; Борисов В.А., 1978; Авдонин Н.С., 1979; Щепетков Н.Г., 1990; Державин Л.М. и др., 1991).

Для роста и развития овощных культур необходима углекислота, вода и минеральные соли, из которых они используют различные элементы питания. Основные из них – азот, фосфор, калий (макроэлементы по классификации Шеуджена А.Х., 2003), сера, магний и кальций (мезоэлементы) (Дукаревич Б.И., 1979: Борисов В.А. и др., 1991).

Лук репчатый – одно из самых требовательных овощных растений к питательным веществам. На 100 ц товарного урожая использует 25-54 кг азота, 11-17 кг фосфора и 17-45 кг калия. Прибавка урожайности лука от удобрений составляет 66-70 ц/га без снижения качества продукции (Ходеева Л.П., 1998; Васюта В. и др., 2004).

С повышением общей урожайности увеличивается и вынос элементов питания. По данным Гордиенко И.Н. и др. (2017), при внесении полной дозы минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ на чернозёме типичном малогумусном растения лука на формирование 10 т товарной продукции используют 36 кг N, 13 кг P_2O_5 и 32 кг K_2O. По другим данным, лук потребляет на 10 т продук-

ции 44,6 кг азота, 12,4 кг фосфора и 21,5 кг калия (Гамаюнова В.В. и др., 2015).

В исследованиях З.И. Журбицкого (1963) показано, что острые луки потребляют значительно больше азота, а сладкие больше калия. Острые луки, выращиваемые семенами на севок, потребляют на 10 т продукции значительно больше питательных элементов: 53,7 кг N, 16 кг P_2O_5 и 40 кг K_2O, а при выращивании на зеленое перо в 1,5-2 раза меньше. Гиль Л.С. и др. (2007) приводит сведения, что новые интенсивные полуострые гибриды потребляют примерно одинаковое количество азота и калия, в среднем 43 кг N, 17 кг P_2O_5 и 46 кг K_2O.

Круг Г. (2000) приводит данные потребности в питательных веществах для лука репчатого (кг/ц товарной продукции): азота – 0,28, фосфора – 0,15, калия – 0,40, магния – 0,08.

Державин Л.М. и др. (1991) указывает нормативы выноса луком репчатым питательных веществ основной продукцией с учётом побочной (кг/т) в Чернозёмной зоне: азота 1,57; фосфора 1,20; калия 2,95.

Азот, являясь строительным материалом растительных клеток, способствует росту вегетативных органов (листьев, стеблей). Однако избыточное азотное питание приводит к чрезмерному росту листового аппарата, задерживает цветение и тормозит образование и созревание продуктовых органов, что в конечном итоге приводит к снижению урожайности (Журбицкий З.И., 1963; Борисов В.А., 1978, 1990).

В начальный период жизни растений существенную роль имеет фосфатное питание. Борисов В.А. (1978), Авдонин Н.С. (1982) и др. указывают, что фосфор стимулирует прорастание семян и рост корневой системы, что способствует лучшему развитию корневой системы растений в почве, появлению более устойчивого растения.

Калий участвует в транспортировке пластических веществ из вегетативных органов в продуктовые, активирует биосинтез многих витаминов, углеводов, снижает избыточное накопление нитратов в овощной продукции.

При недостатке калия растения плохо усваивают азот и фосфор, наблюдается излишнее развитие вегетативной массы, снижается устойчивость их к вирусным и грибным болезням. Немаловажную роль калийное питание играет и в хранении: повышается лёжкость овощей при длительном хранении, что неоднократно подчёркивается в работах Борисова В.А. (2003; 2016; 2019).

Учитывая значение для овощных растений каждого элемента питания на аллювиальных луговых почвах описан порядок минимумов в период вегетации: начало роста и развития – фосфор/азот/калий, середина (нарастания листового аппарата) – азот/фосфор/калий, окончание (образование и созревание продуктовых органов) – калий/фосфор/азот (Борисов В.А., 2016).

Отношение овощных растений к органическому и минеральному удобрению зависит от степени плодородия почвы, количества гумуса и азота в ней и биологических особенностей культуры и сорта. Щепетков Н.Г. (1990) пишет, что на малоокультуренных почвах, с небольшим содержанием гумуса эффективно внесение органических удобрений; на хорошо окультуренных почвах эффективность органики снижается.

Борисов В.А. (1978) не рекомендует внесение свежего навоза под лук репчатый. Допускается использование свежего конского или коровьего навоза (30-40 т/га) и птичьего помёта с подстилкой (5-6 т/га) под зяблевую вспашку, а лучше – под предшественник. Следует отдавать предпочтение торфо-навозному компосту (50-80 т/га), перегною (40-50 т/га), а также сапропелю (50-60 т/га).

Пивоваров В.Ф. и др. (2001) показывает, что необходимо под лук внесение перегноя от 30 до 50 т/га, торфокомпостов до 50 т/га, а в дополнение – минеральные удобрения $N_{45-60}P_{60-90}K_{60-90}$.

У лука репчатого небольшая корневая система, особенно плохо развитая при выращивании данной культуры из семян, т.е. в однолетней культуре. При этом растения лука, особенно в молодом возрасте, очень чувствительны к повышенной концентрации минеральных солей и не выдерживают больших доз удобрений. Чтобы слабая корневая система в сравнительно короткий

срок смогла обеспечить растение питательными веществами в достаточном количестве, необходимо бесперебойное снабжение ими в течение всей вегетации (Борисов В.А., 2016).

Для лука, в отличие от других овощных культур, характерна невысокая интенсивность усвоения питательных веществ, особенно в начале роста. У лука, посеянного семенами, луковица начинает разрастаться примерно через 60 дней после всходов. К этому времени растения усваивают 10-12 % N, 6-7 % P_2O_5 и 10 % K_2O от общей потребности за вегетационный период. При высадке лука севком луковица начинает разрастаться через 45 дней. В это время растения усваивают около 10 % N, 3,5 % P_2O_5 и 8 % K_2O от общего количества питательных веществ в урожае (Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н., 1998).

Кидин В.В. (2008) приводит данные, что в первые два месяца после посева растения выносят лишь ¼ питательных вещества, а, начиная с середины июля и до конца вызревания, лук репчатый потребляет ¾ от объема питательных веществ, необходимых растениям за весь сезон.

Минеральные удобрения необходимо вносить с учётом биологических особенностей и фазы развития репчатого лука. В период формирования и роста луковиц потребность растения в элементах питания резко возрастает. Фосфорно-калийные удобрения, внесённые под основную вспашку и дробное применение азотных удобрений создают оптимальный режим питания растений (Эшанкулова Р.У., 2005).

В Нечернозёмной зоне в основном выращивают полуострые и острые сорта лука репчатого, отличающиеся повышенными требованиями к азотному питанию, поэтому в различных почвенных условиях зоны лук, прежде всего, отзывается на азотные удобрения: прибавки урожая от азота составляют 15-32%, причём хорошая отзывчивость на внесение азота выявлена даже на тёмноцветных пойменных и чернозёмных почвах, хорошо обеспеченных органическим веществом и общим азотом (Борисов В.А., 1978).

Прибавки урожайности от фосфорных и калийных удобрений неустойчивы и зависят от содержания подвижных форм этих элементов в почве (Борисов В.А., 2016).

Князьков А.Н. и др. (2014) отмечают, что лук репчатый относится к группе культур, слабо отзывчивых на применение минеральных удобрений. Он лучше использует плодородие почв и последействие удобрений, чем непосредственно питательные вещества минеральных удобрений, плохо переносит повышенную концентрацию солей в почве.

На слабоокультуренных почвах отзывчивость растений на удобрения резко повышается, при этом азот среди элементов минерального питания является наиболее мощным регулятором роста лука (Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н., 1988).

По данным, обобщённым Борисовым В.А. (2016), дозы удобрений порядка 180-270 кг/га действующего вещества в неорошаемых условиях не увеличивали урожай лука, а иногда даже снижали продуктивность растений.

Эффективность применения удобрений под лук репчатый возрастает при достаточном обеспечении растений влагой. По данным Патрона П.И. (1981), на чернозёмных почвах Приднестровья на недостаточно увлажнённой почве (60% НВ) эффективность удобрений была невысока (максимум 21%), а при оптимальном увлажнении (80% НВ) возрастала до 42%, причём наибольший уровень урожайности получен от полуторной дозы удобрений $N_{135}P_{90}K_{70}$ – 48 т/га.

Дубинин С.В. и др. (2014) рекомендуют под лук репчатый внесение азотных удобрений в несколько приёмов в дозе 120-150 кг/га д.в., фосфорных – 90-120 кг/га, калийных – 190-220 кг/га д.в. в условиях орошения.

Значительное количество исследований по удобрению лука репчатого проведено в различных регионах РФ (Авдеенко С.В., 2013; Бургарт Ю.С., 1974; Галеев Р.Р., 2015; Гришанов Ю.К., 2010; Новичихин А.М. и др., 2012; Панков В.В. и др., 1984; Ходеева Л.П., 1998). Все они показывают положи-

тельное действие минеральных удобрений на урожайность лука репчатого в условиях орошения.

В исследованиях Иркова И.И. и др. (2014) новые длиннодневные гибриды лука репчатого при посеве семян в конце апреля и уборке в начале сентября в условиях капельного орошения, внесения высоких доз удобрений (90-180 кг/га N, 90-180 кг/га P_2O_5 и 130-180 кг/га K_2O) под культивацию и густоты стояния 0,8-0,9 млн. шт./га способны сформировать урожайность на уровне 70-100 т/га в условиях пойменных почв Нечернозёмной зоны.

На каштановых почвах Волгоградской области в условиях орошения применение дозы $N_{70}P_{70}K_{70}$ в основное внесение позволило получить урожайность луковиц гибридов на уровне 55-60 т/га, а при дополнительной трёхкратной подкормке азотом в дозе 150 кг/га урожайность возросла до 80-84 т/га; дополнительная подкормка микроэлементами в составе удобрения «Мастер 8.11.38+4» позволила получить максимальную урожайность товарного лука на уровне 83-90 т/га (Филин В.И., Гаращенков А.А., 2010).

На чернозёмных почвах Ставропольского края в зоне неустойчивого увлажнения в однолетней культуре при капельном орошении получена урожайность гибридов лука на варианте без удобрений 73-77 т/га, а при внесении удобрений в дозах $N_{80-180}P_{120-170}K_{60-140}$ урожайность возрастала до 75-92 т/га (Селиванова М.В., 2019).

В исследованиях Матвеевой Н.И., Калмыковой Е.В. и др. (2019) на среднесуглинистых светло-каштановых почвах Северо-Западного Прикаспия при возделывании новых гибридов лука репчатого в условиях капельного орошения достигнута урожайность 90-180 т/га на вариантах с высоким уровнем применения удобрений – внесение аммофоса (300 кг/га) с осени + сульфоаммофос (30 кг/га) в припосевное внесение + $N_{200}P_{200}K_{300}$ в период вегетации. Прибавка урожайности в зависимости от гибрида достигала 30-60 т/га.

В работе Шуравилина А.В., Бималы Б.Б. (2012) на аллювиальных среднесуглинистых почвах Непала с содержанием общего азота 0,11%, подвижного фосфора 2-3 мг/100 г и калия 6-9 мг/100 г, показано, что внесение

$N_{245}P_{200}K_{245}$ на варианте с высоким режимом предполивной влажности почвы (90-80-70% НВ при капельном орошении) обеспечило получение 79 т/га лука. Авторы отмечают, что с понижением режима предполивной влажности и уменьшением доз внесения минеральных удобрений наблюдалось существенное снижение урожайности лука.

В климатических условиях Новосибирской области, на тяжелосуглинистых тёмно-серых лесных почвах с содержанием гумуса 3,5-4,2%, легкогидродизуемого азота 1,9-2,3 мг/100 г, подвижного фосфора 18-20 мг, обменного калия 8-12 мг/100 г, pH солевой вытяжки 5,1-5,5, при возделывании лука репчатого в однолетней культуре с внесением весной под культивацию 400 кг/га азофоски (16:16:16) и 200 кг/га аммиачной селитры, получена урожайность сортов и гибридов лука в пределах 34-51 т/га (Зизина Я.Ф., Галеев Р.Р., 2014).

В исследованиях Кунавина Г.А., Козлова И.И. (2013) на выщелоченном тяжелосуглинистом чернозёме с содержанием гумуса 5,2%, подвижного фосфора 7,0 мг/100 г и обменного калия 16,5 мг/100 г в Тюменской области при возделывании лука репчатого однолетней культурой с основным внесением $N_{90}P_{60}K_{120}$ получена урожайность раннеспелых сортов 23,6-24,4 т/га, в том числе репки 17,4-17,8, выборка – 3,7-4,7, севка – 2-2,3 т/га.

По данным Хуинь Т.Х. (1993), при выращивании лука репчатого на выщелоченном чернозёме при орошении в климатических условиях Кубани, применение минеральных удобрений обеспечивает существенную прибавку урожайности лука – 1,7-9,9 т/га или 7,5-44,9%; максимальную прибавку обеспечивает внесение высоких доз ($N_{150-180}P_{120-150}K_{60-90}$) полного минерального удобрения. Автор отмечает, что из парных сочетаний минеральных удобрений наиболее эффективным признано внесение азотно-калийных удобрений (11,8% прибавки), внесение фосфорно-калийных удобрений неэффективно.

На аллювиальных луговых почвах Нечернозёмной зоны получена урожайность лука репчатого в однолетней культуре с применением капельного

орошения и основном внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$, в зависимости от сорта или гибрида, в пределах 59-85 т/га (Ирков И.И., Быковский Ю.А., Леунов И.И., 2016).

Кудряшова Л.В., Лытус К.Ю. (2018) показали возможность получения 51-96 т/га урожайности лука со средней массой луковицы 62-144 г в однолетней культуре на легкосуглинистых дерново-подзолистых почвах республики Марий Эл.

Проанализировав результаты работ, полученные российскими и зарубежными исследователями (Журбицкий З.И., 1963, Schufan W., 1967, Гусев М.И., 1969, Авдонин Н.С., 1966, Биелка Р., 1969, Geissler T., 1979, Борисов В.А, 1990 и др.), установлены уровни потребности овощных культур, в том числе лука репчатого, в азотных, фосфорных и калийных удобрениях. Так, у сладких сортов лука средняя потребность в азоте (60-120 кг/га), у острых – повышенная (120-150 кг/га); средняя потребность в фосфорных (60-90 кг/га) и калийных (90-120 кг/га) удобрениях.

Борисов В.А. и др. (2003) рекомендуют для получения экологически чистой продукции лука репчатого внесение при выращивании лука-репки из семян в южных районах на выщелоченных и обыкновенных чернозёмах $N_{60-90}P_{60-90}K_{90-120}$, на каштановых почвах и южных чернозёмах почвах $N_{60-120}P_{90-120}K_{60-90}$.

Применение регуляторов роста в системе агротехнических мероприятий при выращивании сельскохозяйственных культур позволяет добиться тонкой коррекции процессов роста и развития, характера донорно-акцепторных отношений при формировании хозяйственно-ценной части урожая, повышения функциональной активности и устойчивости растений к абиотическому и биотическому стрессу (Борисов В.А., 2016).

Регуляторы роста и развития растений – природные и синтетические физиологически активных соединения, которые в минимальных дозах оказывают воздействие на метаболизм растений, их рост и развитие (Верзилов В.Ф., 1971; Буров В.Н. и др., 1987; Кефели В.И. и др., 1977; Костин В.И. и

др., 2008; Улимбашев А.М., 2017; Шевелуха В.С. и др., 1990; Шитов А.Д., 1982; Клопов М.И. и др., 2020).

Козьмина Л.М. (1990) указывает, что регуляторы роста не могут заменить другие факторы формирования урожая, однако с их помощью методом химической регуляции можно управлять ростом и развитием растений на всех этапах онтогенеза, в связи с чем их применение необходимо связывать с другими приёмами интенсивных технологий возделывания.

Яковлев А.Ф. (2012) сообщает, что применение регуляторов роста повышает иммунитет растений, минимизирует «стресс» при пересадке, а также усиливает их собственные защитные функции в отношении вредителей, болезней и применяемых пестицидов.

Многочисленные исследования с разными овощными культурами открытого грунта (Муромцев Г.С., 1973; Шитов А.Д., 1982; Котляров Д.Ю., 2009, Лысенко И.А., 2015, Коломиец А.А., 2015 и др.) подтверждают положительное влияние различных регуляторов роста на урожайность, биохимическое качество и лёжкость продукции.

В исследованиях Зизина Я.Ф., Галеева Р.Р. (2014) на тёмно-серой лесной почве Новосибирской области установлено положительное действие стимуляторов роста «иммуноцитофит» и «новосил» на урожайность лука репчатого в однолетней культуре. Авторы показывают, что при использовании двукратной некорневой обработки растений лука данными стимуляторами в период вегетации, товарная урожайность луковиц увеличивается, в зависимости от гибрида, на 5,8-6,9 т/га или 24-29%.

По данным Бессоновой А.В. (2020) на каштановой среднемощной малогумусированной карбонатной почве республики Хакасия, обработка севка лука репчатого сорта Штутгартер Ризен рабочими растворами стимуляторов роста – «биосила», «эпин-экстра» и «Циркона» – приводило к увеличению энергии прорастания на 6-9% и полевой всхожести на 6-8%. Максимальная общая урожайность наблюдалась при обработке «биосилом» – 26,4 т/га.

На тёмно-каштановых почвах республики Хакасия замачивание семян лука сорта Однолетний сибирский в растворах стимуляторов роста «альбит», «новосил», «Циркон» увеличивало общую урожайность луковиц на 12-27%, товарную – на 19-33%. Параллельно наблюдалось увеличение содержания сухого вещества и сахаров в луковицах при снижении содержания нитратов. Наилучший эффект показали стимуляторы «новосил» и «Циркон» (Галеев Р.Р., Трофимова Е.С., 2015).

Ховрин А.Н., Масленникова А.И. (2006) приводят положительное действие обработки стимуляторами «нарцисс С», «силк» и «мелафен» севка лука на урожайность, товарность, содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в товарных луковицах.

В ряде работ показано, что стимуляторы «эраконд», «силк», «иммуноцитофит» в условиях Курганской области увеличивают длину и ширину пера, диаметр и массу луковицы, урожайность, а также выявлена эффективность использования регуляторов роста, так как они стимулируют иммунный потенциал растений (Петров В.Ф., 1968, Павлуцких М.В., 2006).

Учитывая цены на минеральные удобрения и энергоносители, регуляторы роста могут стать эффективным элементом энергосберегающих технологий, особенно при совместном применении с хелатными формами микроудобрений и с бактериальными препаратами (Епифанов Н.И., 2007).

Важную роль в жизни растений играют микроэлементы, дефицит их в почве наблюдается реже, чем азота, фосфора и калия. Недостаток любого микроэлемента отражается на внешнем виде растений, влияет на интенсивность протекания метаболических процессов, снижает продуктивность и качество продукции (Каталымов М.В., 1965).

Несмотря на резкие различия в количественной потребности, функции каждого необходимого макро- и микроэлемента в растениях строго специфичны, ни один элемент не может быть заменён другим. Недостаток любого макро- или микроэлемента приводит к нарушению обмена веществ и физиологических процессов у растений, ухудшению их роста и развития, сниже-

нию урожая и его качества. При остром дефиците элементов питания у растений появляются характерные признаки голодания (Смирнов П.М. и др., 1984).

Борисов В.А. (2016) указывает, что для нормальной жизнедеятельности овощных культур необходимо наличие небольшого количества бора, молибдена, марганца, меди, цинка и кобальта, которые оказывают большое влияние на фотосинтетическую деятельность растений, обмен веществ, процессы оплодотворения и созревания. Особенно потребность в микроудобрениях проявляется при высокой обеспеченности почв макроэлементами.

Bergmann W. (1983) приводит следующие данные по содержанию макро- и микроэлементов в листьях лука репчатого в середине вегетации: N – 2…3%, P_2O_5 – 0,25…0,4, K_2O – 2,5…3,0, CaO – 0,6…1,5, MgO – 0,25-0,5%; B – 30…50 мг/кг, Mo – 0,15…0,3, Cu – 7…15, Mn – 40…100, Zn – 20…70 мг/кг.

Медные удобрения наиболее эффективны на торфяных, вновь осваиваемых почвах, в некоторых случаях – на кислых песчаных почвах. Медь принимает участие в окислительно-восстановительных процессах в клетках растений, входит в состав ряда ферментов. Недостаток меди вызывает хлороз листьев, потерю ими тургора, задержку роста и слабое образование семян (Магницкий К.П., 1972).

Молибденовые удобрения действенны на кислых подзолистых и торфяно-болотных почвах. Молибден входит в состав ферментов, катализирующих восстановление нитратного азота в аммиак, служащий основным продуктом для синтеза белковых соединений, участвует в углеводном обмене, синтезе витаминов и хлорофилла (Борисов В.А., 2016). Молибденовое голодание проявляется в ослаблении роста растений, светло-жёлтой окраски листьев.

Марганцевые удобрения применяются на нейтральных и карбонатных почвах. Марганец играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, в дыхании растений и фотосинтезе. При сильном недостатке мар-

ганца листья овощных культур приобретают желтоватую окраску, затем на них появляются серые или жёлтые пятна.

Цинковые удобрения более эффективны на нейтральных и щелочных почвах. Цинковое голодание проявляется в виде бронзового оттенка листовой пластинки, пятнистости листа, некроза края листовой пластинки преимущественно на старых нижних листьях (Борисов В.А., 2016).

По данным Каталымова М.В. (1965), лук является культурой, отзывчивой на внесение медных удобрений.

В опытах Филина В.И., Гаращенкова А.А. (2010), обработка растений лука комплексом микроэлементов в хелатной форме (Zn, Cu, Mn, Fe) обеспечила прибавку урожайности, в зависимости от сорта, в 3,8-6,2 т/га.

1.5. Хранение лука репчатого

Проблема сохранения растениеводческой продукции, уменьшения потерь в процессе движения от производителя к потребителю всегда актуальна.

Овощи являются продуктами сезонного производства в сельскохозяйственной отрасли, но при этом они являются и продуктами ежедневного круглогодичного потребления, составляя треть и более от общего количества пищи. В овощах, как продуктах питания, сочетаются высокие вкусовых качества и питательная ценность наряду с низкой калорийностью (Белик В.Ф., 1988; Борисов В.А. и др., 2003).

Бесперебойное снабжение населения овощами возможно не только при конвейерном их выращивании в открытом и защищенном грунте, но также при хорошо налаженном их хранении в течение длительного периода после уборки урожая (Коробкина З.В., 1989).

В настоящее время в процессе выращивания, уборки, транспортирования, хранения и реализации теряется до 30% продукции. Если же учесть, что доля лука, пригодного для длительного хранения, составляет около 60%, то населению поступает меньше половины выращенного урожая (Пиров Т.Т., 2002).

В Средней и Северной зонах РФ в период хранения бывают большие потери лука репчатого от заболевания шейковой гнилью. В целях предотвращения болезни лук следует убирать в то время, когда луковицы сформируются, а листья полягут, но будут ещё зелёные (Белик В.Ф. и др., 1985). Борисов В.А. и др. (2003) указывают, что оптимальный срок уборки – 50-процентное полегание листьев, когда содержание в луковицах сухого вещества, в том числе сахаров, выше, чем при других сроках уборки, а отношение дисахаров к моносахарам имеет наибольшую величину.

В исследованиях Перегудт М.Ф., Пилипенко В.А. показана тесная связь содержания сухого вещества в луковицах с потерями при хранении. При снижении сухого вещества с 15,6% до 11,8, 9,0 и 7,0% потери при хранении возрастают с 5,0% до 9,2, 14,4 и 29,8%.

Для просушивания 1 т лука при активной вентиляции требуется 350-450 м^3 воздуха в час влажностью 20-50%, а в период хранения – 80-150 м^3 воздуха в час влажностью 50-70% (Белик В.Ф. и др., 1985).

Дьяченко В.С. (1985) предложил проводить режим сушки лука при 45 °С, при этом мицелий и конидии гриба шейковой гнили погибают в течение 5-8 часов.

Хранение продовольственного лука в холодильниках при температуре минус 1…-3 °С (в слое лука – минус 1…-2 °С) и влажности воздуха 80-90% обеспечивают 92-96% сохранность луковиц в полуконтейнерах, устанавливаемых в штабеля высотой до 5,5 м в течение 7-8 месяцев (Белик В.Ф. и др., 1985).

В современных условиях лук хранят различными способами: навалом, в контейнерах, сетках. При этом необходимо соблюдать определенные условия. Вентиляция внутри хранилища должна обеспечивать воздухообмен из расчета 150 м^3/час на м^3 объема. Для подсушивания массы лука необходимо учитывать мощность нагревателей из расчета 0,35 Вт на 1 м^3 воздуха. Температура сушки должна быть либо 20 °С, либо 30 °С. Это связано с тем, что развитие инфекции и ее проникновение внутрь луковицы происходит при

температуре 22–25 °С. Оптимальная температура хранения товарного лука составляет 1- 0 °С. При хранении навалом высота бурта не должна превышать 3 м, т.к. при большей высоте луковицы в нижних слоях бурта будут сминаться (Ховрин А.Н., Монахос Г.Ф., 2014).

Палилов Н.А. (1967) считает, что оптимальная температура хранения продовольственного лука -1…-3 °С для острых и полуострых сортов, 0…-1 °С – для сладких сортов.

Соблюдение минусовой температуры при хранении лука обеспечивает его сохраняемость на 92-96% в течение 7-8 месяцев (Коробкина З.В., 1989; Борисов В.А. и др., 2003).

На величину потерь при хранении существенное влияние оказывает относительная влажность воздуха. Лук требует пониженной влажности воздуха – 70-80%. При повышенной влажности может быстрее прорасти, но хранение при пониженных температурах задерживает прорастание. Конденсация водяных паров, происходящая при температурах выше 0 °С и повышенной влажности приводит к загниванию луковиц (Борисов В.А. и др., 2003).

Лёжкость лука зависит также от состава газовой среды. В исследованиях Всероссийского НИИ овощеводства (Цыкоза В.И.) показано, что регулируемая газовая среда, содержащая 2-4% O_2: 0-5% CO_2: 98-92% N_2 обеспечивает 91-96% сохранности лука репчатого острых и полуострых сортов с убылью массы до 3-5% в течение 8 месяцев хранения.

Внесение удобрений должно иметь своей целью, наряду с повышением урожая, создание оптимальное соотношение азота, фосфора и калия в корнеплодах и луковицах, закладываемых на хранение. По данным Дьяченко В.С. (1976), наиболее вероятное оптимальное соотношение элементов минерального состава в закладываемых на хранение луковицах $N:P_2O_5:K_2O$ = 46:17:37.

Сохранность лука репчатого, показателем которой является выход товарной продукции, положительно коррелирует с дозами фосфорных и калийных удобрений ввиду отрицательного последействия этих элементов на потери от болезней. Отрицательное влияние азотных удобрений определяется

прямой корреляционной связью с потерями от болезней и прорастания (Пиров Т.Т., 2002).

При хранении лука количество сахаров и витамина С уменьшается, особенно при повышенной температуре (20 °С) и только в конце хранения витамин С имеет тенденцию к увеличению. Сахароза в луке при хранении гидролизуется до моноз. Этот процесс идёт быстрее при более низкой плюсовой температуре. Количество эфирного масла, кислот, общего и белкового азота при хранении лука изменяется незначительно (Кузмене Г.С., 1963; Колесник А.В. и др., 1977).

Селиванова М.В. (2019) отмечает, что наибольший эффект по сохранности продукции был отмечен при применении расчётной нормы удобрений $N_{120}P_{170}K_{140}$, которая позволила сократить общие потери продукции лука репчатого в процессе хранения по сравнению с контролем на 6,5-8,7 %.

Анализируя обзор литературы можно выявить недостаточность имеющихся сведений об элементах технологии возделывания лука репчатого в однолетней культуре при капельном орошении в условиях Центральных районов Нечернозёмной зоны. Отсутствуют или носят фрагментарный характер данные по применению в климатических условиях Нечернозёмной зоны на аллювиальных луговых почвах минеральных удобрений, регуляторов роста, микроудобрений и их влиянию на урожайность, качество и сохраняемость новых гетерозисных гибридов лука репчатого. Не установлены нормативы затрат питательных веществ на формирование единицы продукции лука репчатого. Отсутствуют сведения о коэффициентах использования питательных веществ из почвы и удобрений, что делает невозможным создание обоснованной системы удобрения. Нет сведений о применении подкормок как биологически активными веществами, так и комплексными макро- и микроудобрениями, направленных на реализацию потенциальных возможностей новейших гибридов. Исходя из этого, было выбрано направление исследований, результаты которого изложены в данной диссертационной работе.

2. МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объекты исследований

Объектами исследований являлись гибриды лука репчатого Беннито F_1, Поиск 012 F_1, Первенец F_1 (рисунок 1), минеральные удобрения, калийная селитра, регулятор роста Циркон, микроудобрение Тенсо Коктейль.

В настоящее время (2019 г.) в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию (Том 1. Сорта растений), значится более 350 сортов и гибридов лука репчатого, из них допущенных к использованию в условиях Центрального региона – более 130.

Беннито F_1. *Полуострый позднеспелый гибрид* зарубежной селекции (оригинатор - Seminis, Monsanto Holland B.V.). Включен в Госреестр в 2010 г. по Центральному (3) региону. Позднеспелый. Рекомендуется для выращивания на репку в однолетней культуре из семян и двулетней из севка. Луковица округлая, массой 50-90 г. Сухие чешуи коричневые, число их 4-5, сочные белые. Шейка средней толщины, двухзачатковый. Вкус полуострый. Товарная урожайность 158-280 ц/га, на 60 ц/га выше стандарта Азелрос. Максимальная урожайность 300 ц/га (Московская область). Вызреваемость перед уборкой 40%, после дозаривания 86%. Пригоден для хранения.

Беннито F_1

Поиск 012 F_1

Первенец F_1

Рисунок 1 – Изучаемые гибриды лука репчатого в однолетней культуре

Поиск 012 F_1. *Полуострый позднеспелый гибрид* российской селекции (Агрохолдинг «Поиск» + ФГБНУ ВНИИО). Включен в Госреестр в 2015 году по Центральному (3) и Северо-Кавказскому (6) регионам. Высокопродуктивный гибрид со среднеспелым сроком созревания. Период от полных всходов до массового полегания листьев 100-110 дней. Луковица округлая, очень крупная, массой 130-150 г и более. Вкус полуострый. Сухие чешуи темно-коричневые, сочные белые, сухих чешуй 3-4. Луковица одно-трехзачатковая. Шейка тонкая. Товарная урожайность 289-490 ц/га, на уровне стандартов Леоне и Фермер. Максимальная урожайность 580 ц/га (Московская область). Вызреваемость перед уборкой 88%, после дозаривания 100%. Рекомендуется для выращивания в однолетней культуре из семян.

Первенец F_1. *Полуострый среднеспелый гибрид* отечественной селекции (оригинатор - Селекционная станция имени Н.Н. Тимофеева). Включен в Госреестр в 2015 году по Центральному (3), Центрально-Черноземному (5) и Нижневолжскому (8) регионам. Рекомендуется для выращивания на репку в однолетней культуре из семян. Среднеспелый гибрид. Луковица поперечно-эллиптическая, массой 80-100 г. Сухие чешуи коричневые, сочные белые. Сухих чешуй 2-3. Шейка средней толщины, двух-трехзачатковый. Вкус полуострый. Товарная урожайность 334-402 ц/га, что на 60-80 ц/га выше стандартов Стригуновский местный и Манас F_1. Максимальная урожайность 576 ц/га (Астраханская область). Вызреваемость перед уборкой 83 %, после дозаривания 100 %. Пригоден для хранения.

Минеральные удобрения. В качестве основного минерального удобрения при проведении полевых опытов использовали трёхкомпонентную нитроаммофоску, содержащую по 16% д.в. азота, фосфора и калия. Комплексное, твердое, сложное, гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение. Содержит фосфор в полностью водорастворимой форме. Применяется для допосевного (основного) и припосевного (припосадочного) внесения, а также для подкормок независимо от типов почв. Содержание азота,

фосфора и калия приблизительно равное, рассыпчатость всегда соответствует 100%, что делает её удобной для внесения.

Калийная селитра (KNO_3). Удобрение, содержащее два основных компонента, оказывающих питательное воздействие на растения. Причем, в отличие от других минеральных удобрений, здесь удельная доля калия (44%) значительно превосходит удельную долю азота (13%). Сравнительно небольшое количество азота укрепит растение, но не усилит рост вегетативной массы в ущерб формированию луковиц. В целом, благодаря азоту рост овощных культур заметно ускоряется, а калий повышает сосущую силу корней, которые начинают намного активнее поглощать питательные вещества из почвенного поглощающего комплекса. Еще одним положительным моментом от применения KNO_3 считается улучшение дыхания клеток растения, за счет биохимических реакций, для которых калийная селитра играет роль катализатора. Насыщенные кислородом клетки помогают активизировать собственный иммунитет растения, ограждая его от многих заболеваний, что, в свою очередь, способствует увеличению урожайности.

Циркон. Препарат разработан фирмой ННПП "НЭСТ М". Действующим веществом препарата является смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемых из растительного сырья эхинацеи пурпурной. ГКК относятся к обширному классу фенольных соединений, повсеместно распространенных в растениях. Биологическая активность Циркона в значительной степени обусловлена антиоксидантными свойствами, характерными для фенольных соединений. Активация процессов роста и ризогенеза растений наблюдается на самых ранних этапах развития. Циркон в растениях выполняет функции регулятора роста, иммуномодулятора и антистрессового адаптогена. Под действием препарата наблюдается значительное снижение повреждающего действия инфекции, степени интоксикации растения, стабилизируется проницаемость клеточных мембран инфицированной ткани. Циркон стимулирует возникновение защитных гистогенных реакций пораженной ткани, повышает в ней сумму репарационных процессов. Биостимулятор Циркон – малоопас-

ное вещество, имеет 4-й класс опасности для человека и теплокровных животных, неопасен для пчел и полезных насекомых, не фитотоксичен, не накапливается в грунте, не загрязняет водоемы (ни грунтовые воды, ни поверхностные).

Тенсо Коктейль. Универсальное комплексное микроудобрение для предотвращения и компенсации дефицита микроэлементов (производитель – ГИДРО АГРИ РОТТЕРДАМ, Нидерланды). Это комплексный набор микроэлементов для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок растений, содержит в себе все необходимые растениям микроэлементы питания в физиологически сбалансированных пропорциях, соответствующих содержанию микроэлементов в живых растительных тканях: B - 0,52%, Ca - 2,57%, Fe - 3,84%, Mg - 2,57%, Mo - 0,13%, Zn - 0,53%, Cu - 0,53%. Обладает высоким коэффициентом использования биогенных элементов растениями (80-95%) за счет хелатных форм и возможность применения в растворах с широким диапазоном pH (2-7,5).

2.2. Схема опытов и методики исследований

Лабораторно-полевые опыты (2014-2016 годы) проводили на опытном участке отдела земледелия и агрохимии ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО по изучению систем удобрения овощных культур на аллювиальной луговой почве Центральной части Москворецкой поймы (рисунок 2).

Схемы опытов

Опыт 1 – Изучение влияния удобрений, регуляторов роста и микроудобрений на продуктивность и качество гибридов лука репчатого в однолетней культуре, включает 6 вариантов фонов питания растений:

1. Без удобрений (контроль);
2. $N_{90}P_{90}K_{90}$;
3. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 (10 кг/га);
4. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон (0,25 л/га);
5. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль (0,7 кг/га);
6. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль.

Рисунок 2 – Общий вид полевого опыта по изучению удобрения лука репчатого в однолетней культуре

Опыт 2 – Изучение влияния фонов питания на сохранность и изменение качественных показателей лука репчатого при зимне-весеннем хранении, включал 6 вариантов – фонов питания (опыт 1).

Май

Июль

Рисунок 3 – Рост и развитие лука репчатого в однолетней культуре при капельном орошении

Полевой опыт заложен в 4-кратной повторности, размещение вариантов рендомизированное. Площадь опытных делянок по вариантам с минеральными удобрениями составляет 4,2×2,7 = 11,3 м^2, учетных делянок 3,2×1,5 = 4,8 м^2.

Опытный участок находился на хорошо окультуренной почве близ деревни Верея Раменского района Московской области, что расположена в Быковском расширении поймы нижнего течения реки Москва. Агротехника - общепринятая для Центральных районов Нечерноземной зоны. Основная обработка – зяблевая вспашка на глубину 25 см после уборки предшественника, весеннее внесение удобрений в соответствии со схемой опыта, предпосевное фрезерование почвы на глубину 10-12 см.

В интенсивной технологии использование научно обоснованных севооборотов крайне важно, поскольку они обеспечивают прибавку урожая до 30%. Севооборот является отправной точкой для грамотной обработки почвы, а также эффективного применения систем защиты и удобрений растений (Хадеев Т. Г., 2006; Гришанов Ю.К., 2010).

Предшественником лука репчатого являлась капуста белокочанная поздняя.

Одним из основных факторов регулирования процессов формирования урожая, темпов вызревания луковиц является площадь питания растений. Различная густота стояния растений обеспечивает разные условия температуры, освещенности, минерального питания, что не может не сказаться на качестве и урожайности продовольственного лука (Мойсевич Н., 2012).

Норма высева семян определена из расчета 0,8 млн. шт./га всхожих семян. Посев семян проводили в конце апреля сеялкой точного высева Gaspardo «Olimpia» на гряде 1,4 м по двухстрочной четырехрядной схеме [6+20+6+20+6+20].

Поливы проводили один раз в 7-10 дней, из расчета 150-200 м^3/га, для обеспечения влажности почвы 80-85% НВ в начале вегетации и 70-75% НВ в период формирования и созревания луковиц с использованием системы ка-

пельного орошения (рисунок 3). За 2-3 недели до уборки поливы прекращали.

Система борьбы с сорняками включала: довсходовое внесение препарата «Стомп» (2 л/га), ручные прополки. Также в период вегетации проводили обработки против болезней (пероноспороз, альтернариоз и др.) препаратами «Ридомил Голд» (2,5 кг/га) и «Танос» (0,5 кг/га) с расходом рабочего раствора 500 л/га.

Опрыскивание растений лука рабочими растворами калийной селитрой (10 кг/га в концентрации 1%), Циркона (0,25 л/га в концентрации 0,25 мл/л) и Тенсо Коктейля (0,7 кг/га в концентрации 0,07%) проводили в фазу начала образования луковицы (I-II декады июля).

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения, биометрические измерения и морфологическое описание растений согласно методическим указаниям «Изучение и поддержание коллекции лука и чеснока» (Методические указание ВИР, 2005 г.).

Рисунок 4 – Уборка и досушивание луковиц в теплице перед закладкой на хранение

Уборку урожая проводили вручную. В годы исследований, в период созревания и уборки лука (II-III декады августа – I декада сентября) стояла пасмурная и дождливая погода, что препятствовало дозреванию луковиц на поле и быстрой уборки урожая.

После уборки и досушивания (рисунок 4) луковицы закладывали на хранение и в течение каждого месяца определяли сохранность.

При проведении фенологических наблюдений отмечали срок наступления фаз: всходы (единичные, массовые), формирование луковицы (единичное, массовое), полегание листьев (единичное, массовое) и уборка.

Изучение морфологических признаков и биометрических измерений велось по малой выборке (10 растений) каждого образца.

При проведении исследований пользовались следующими методиками:

- - ОСТ-4671-78 «Делянки и схемы посева в селекции сортоиспытании и первичном семеноводстве овощных культур. Параметры»;
- «Методика полевого опыта» (Б.А. Доспехов, 1985);
- «Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» (под ред. В.Ф. Белика, 1992);
- «Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве (С.С. Литвинов, 2011);
- RTG/46/2 «Оценка на отличимость, однородность и стабильность лука репчатого» 5 сентября 2000 г. № 12-06/16.

Учеты по хранению луковиц проводили по методике «Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению овощей» (Москва, 1982).

Лабораторные исследования заключались в проведении агрохимического анализа почвы и растительных образцов лука репчатого и определении биохимических показателей качества лука после уборки, в середине и по окончании срока хранения.

При проведении агрохимических анализов почвы определяли (Агрохимические методы исследования почв, 1975):

-гумус – по методу Тюрина;

-общий азот – по методу Кьельдаля;

-pH – потенциометрически в вытяжке 1 н. KCl;

-нитратный азот – в вытяжке алюмокалиевых квасцов на ионометре И-500 с ионоселективным электродом;

-подвижный фосфор – по методу Чирикова на КФК-3-02;

-подвижный калий – по методу Чирикова на пламенном фотометре;

-гидролитическую кислотность – по методу Каппена;

- сумму обменных оснований – по методу Каппена-Гильковица.

Биохимические анализы выполнены лабораторией массовых анализов отдела агрохимии и земледелия ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, в соответствии с общепринятыми методами химических анализов сортов и гибридов, предусмотренными «Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1970) и включали определение: сухого вещества – высушиванием в термостате при температуре 105°С до постоянного веса (Петербургский А.В., 1968); сахаров – по Бертрану; витамина С – по И.К. Мурри; нитратов – ионоселективным методом. Анализы проводили до закладки луковиц, в середине и после хранения.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили на персональном компьютере с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

При проведении опытов по хранению, сохраняемость лука репчатого характеризовали по следующим показателям:

-выход товарной продукции;

-убыль массы;

-потери от болезней, в том числе по видовому составу.

По окончании срока хранения содержание основных показателей качества пересчитывали с учётом естественной убыли массы.

Основными методическими руководствами при проведении опытов по хранению являлись:

- Методика проведения научно-исследовательских работ по хранению. – М.: ВАСХНИЛ, 1982;

- Дьяченко В.С. Болезни и вредители овощей и картофеля при хранении. – М.: Агропромиздат, 1985;

- Хохряков М.К., Потлайчук В.И. и др. Определитель болезней сельскохозяйственных культур. – Л.: Колос, 1984;

- Дементьева М.И., Выгодский М.И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении. – М.: В.О. Агропромиздат, 1988;

Статистическая обработка результатов исследований проводилась корреляционным и регрессионным анализами с использованием программ Excel, STAT, AGROS.

Экономическую оценку эффективности внедряемых агротехнических приёмов повышения продуктивности, качества и лёжкоспособности лука репчатого проводили в соответствии с использованием технологических карт, действующих нормативов, расценок и литературы: «Типовые технологические карты возделывания и уборки овощных культур в Московской области» (1986); А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев и др., «Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства» (2001).

2.3. Почвенно-климатические условия проведения исследований

2.3.1. Почвенные условия

Почвы опытного массива ВНИИО – филиала ФГБНУ ФНЦО относятся к типу аллювиальных луговых насыщенных почв. Почвы среднесуглинистые, окультуренные, влагоёмкие, глубина пахотного слоя ~ 27 см, глубина залегания грунтовых вод более 2 м. Наименьшая влагоемкость пахотного слоя почвы 29,5-30,3%, слоя почвы 40-60 см – 30,0-31,3%. Объемная масса верхнего слоя – 1,18-1,22 т/м^3, нижележащих слоёв – 1,22-1,24 т/м^3. Плотность твердой фазы почвы (удельная масса) – 2,58-2,60 т/м^3. Скважность почвы оптималь-

ная для сельскохозяйственных культур и колеблется по слоям от 52,1 до 55,0%.

Почва опытного участка хорошо окультуренная, имеет высокий уровень естественного плодородия (таблица 1). Кислотность 5,6-6,0 единиц pH, содержание гумуса в пахотном слое 3-3,1%, общего азота 0,2-0,22%, нитратного азота (май) 1,4-3,3 мг/100 г, подвижного фосфора (по Чирикову) 21–24 мг/100 г, калия (по Чирикову) – 9-12 мг/100 г. Гидролитическая кислотность низкая (0,7–1,2 мг-экв/100 г), сумма обменных оснований (28–30 мг-экв/100 г) и степень насыщенности основаниями (более 95%) высокая.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика аллювиальной луговой почвы опытного участка (слой 0-20 см)

Показатель	Единица измерения	Значение
Гумус (по Тюрину)	%	3,0-3,1
pH солевой	единиц pH	5,6-6,0
Сумма обменных оснований	мг-экв/100 г	28-30
Гидролитическая кислотность	мг-экв/100 г	0,7-1,2
Общий азот (N)	%	0,20-0,22
Минеральный азот ($N\text{-}NO_3$)	мг/100 г	1,4-3,3
Подвижный фосфор P_2O_5 (по Чирикову)	мг/100 г	21,3-24,4
Подвижный калий K_2O (по Чирикову)	мг/100 г	9,0-12,3
Объёмная масса почвы	г/см^3	1,18-1,22

Таким образом, почва опытного участка характеризуется близкой к нейтральной реакцией среды, низким содержанием минерального азота, высоким содержанием подвижного фосфора (более 20 мг/100 г почвы) и повышенным – подвижного калия (8-12 мг/100 г). В целом, почва пригодна для выращивания лука репчатого в однолетней культуре.

2.3.2. Климатические условия

Правильную оценку результатов полевого опыта можно сделать только при тщательном учете метеорологических условий за время его проведения. Одни и те же условия погоды по-разному воздействуют на растения в различные периоды их вегетации. Поэтому эти условия необходимо сопоставлять по отдельным отрезкам вегетационного периода, особенно в критиче-

ские периоды для каждой культуры и сорта. Весь анализ метеорологических условий необходимо проводить по межфазным периодам, специфичным для каждой овощной культуры (Литвинов С.С. 2011).

По природно-мелиоративному районированию место исследований относится к южной лесной зоне европейской провинции в центральной части Русской равнины. Сумма положительных температур выше 5°С – 2365°С, выше 10°С – 2075°С. Число дней с температурой воздуха более 5°С – 175, более 10°С – 134. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 136 дней, среднегодовая температура воздуха 3,8°С. Самый холодный месяц – январь (–10,6°С), самый жаркий месяц – июль (+18,4°С). Среднемноголетнее количество осадков за год 593 мм, за май-сентябрь – 296 мм.

В годы проведения исследований погодные условия различались существенно.

Вегетационный период 2014 г. характеризовался среднемесячной температурой воздуха 17,5°С, что превысило среднемноголетние данные на 2,4°С. Вторая и третья декады июня были достаточно прохладными – среднесуточная температура была ниже среднемноголетней на 2-3 °С. (рисунок 5).

Среднемесячная относительная влажность воздуха в период с мая по август составила 67,3 %.

Сумма выпавших осадков за весь вегетационный период 2014 года равнялась 203,2 мм, что приблизительно равно 76,7 % от среднемноголетнего значения.

2014 год можно охарактеризовать как засушливый и жаркий. Так, среднесуточная температура воздуха, начиная с середины первой декады мая по середину первой декады октября, превышала среднемноголетнюю температуру от 2-3°С во все три декады сентября до 7-8°С в третьей декаде мая и первой декаде июня и третьей декаде июля и первой декаде августа.

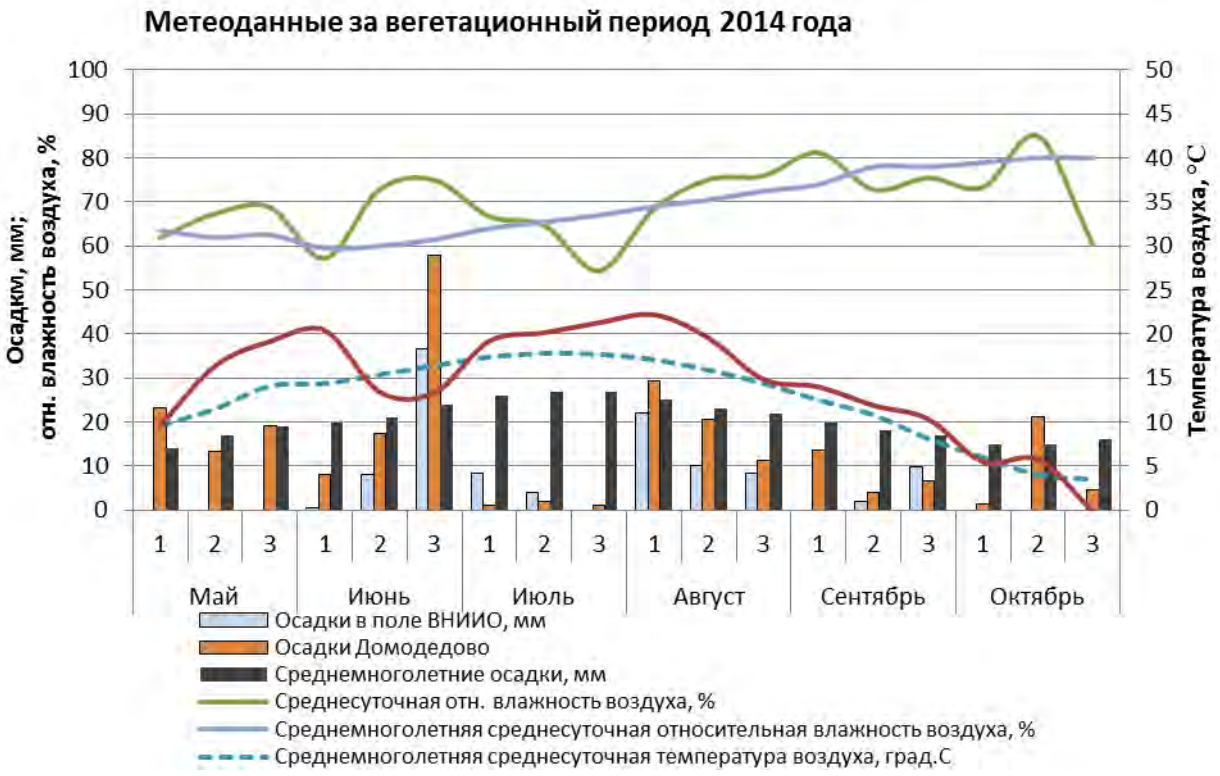


Рисунок 5 – Метеорологические условия вегетационного периода 2014 г.

Лишь с середины июня по конец июня температура понижалась до 5°С ниже среднемноголетних данных. Дефицит осадков наблюдался практически за весь вегетационный период 2014 года, за исключением третьей декады июня, когда количество осадков превысило среднемноголетние показатели.

Вегетационный период 2015 г. По данным метеостанции ВДНХ метеорологических условий вегетационного периода 2015 года май характеризовался теплой и дождливой погодой (рисунок 6).

Температура воздуха во II декаде превышала среднемноголетнюю на 0,7°С, в III декаде – на 4,4°С, обильные осадки превышали среднемноголетние показатели в 2,5-3 раза. В среднем за месяц выпало 37,5 мм осадков, что на 20,8 мм выше среднемноголетних. В июне-июле температура воздуха и сумма осадков также были выше среднемноголетних. Август выдался тёплыми сухим: температура в среднем была 17,5°С, а осадков выпало всего 4,7 мм, что на 18,6 мм меньше среднемноголетних. Соответственно низкой была и влажность воздуха.

Рисунок 6 – Метеорологические условия вегетационного периода 2015 г.

Сухая погода августа компенсировалась обильными дождями первой декады сентября, в третьей декаде сентября сумма осадков также превышала среднемноголетние показатели.

Количество осадков за май, июнь, июль, сентябрь составило в среднем 482%, 287,7%, 244,1%, 316,4% от среднемноголетних показателей. Лишь в августе отмечался дефицит влаги - 39,3% от среднемноголетних данных.

Вегетационный период 2016 г. Год можно охарактеризовать как жаркий и достаточно влажный. За июнь в среднем выпало 55,3 мм, что составило 85% от среднемноголетних. В первой декаде выпало 201,3% осадков. В третьей декаде июня наблюдалось отсутствие осадков, а в первой декаде июля их выпало лишь 18,3% от среднемноголетних значений.

Однако во вторую и третью декаду июля дефицита влаги отмечено не было – 118,5% и 114,8% от среднемноголетних значений. Количество выпавших осадков за весь август составило 145 мм, что составило 207,1%.

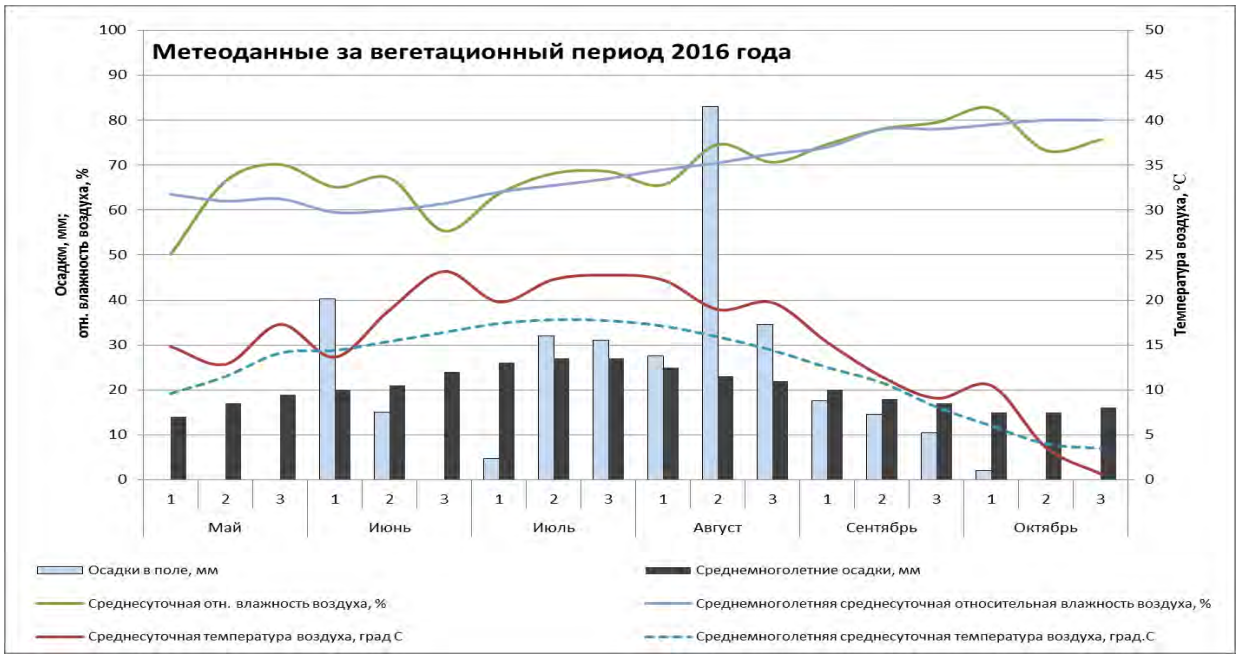


Рисунок 7 – Метеорологические условия вегетационного периода 2016 г.

Превышение по декадам по сравнению с многолетними данными составило: 10%, 260,9% и 56,8%. Количество осадков за сентябрь 42,5 мм, что составило 77,3% от среднемноголетних данных, что положительно сказалось не только для благоприятной уборки продукции, но и лучшей её сохранности в осенне-зимний период. Утверждения учёных о глобальном потеплении находят своё подтверждение и в графиках метеоданных (рисунок 7). Превышение температуры от среднемноголетних данных, в периоды с начала мая по конец сентября, составили: от 0,7°С во второй декаде сентября до 6,8°С в третьей декаде июня. Лишь в первой декаде июня отмечалось понижение температуры на 0,8°С.

В целом, годы исследований существенно отличались по погодным условиям. 2014 год характеризовался как тёплый и сухой, наиболее благоприятный для выращивания лука с применением капельного орошения, 2015 год характеризовался как тёплый и очень влажный, 2016 год как тёплый и умеренно влажный. Обилие осадков во второй половине вегетации 2015 и 2016 годов и повышенная влажность воздуха способствовали поражаемости лука пероноспорозом, что отрицательно сказалось на урожайности лука.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Динамика питательных веществ в почве в зависимости от применения удобрений

Почвы Нечернозёмной зоны существенно отличаются между собой по содержанию и динамике питательных веществ, что имеет особое значение для роста, развития и формирования урожая овощных культур (Кораблёва Л.И., 1969; Борисов В.А., 1978).

Аллювиальные луговые почвы исключительно плодородны, причем их плодородие постоянно воспроизводится в аллювиальном и гидроморфном процессах. Они имеют оптимальную структуру и оптимальный для травянистых растений водный режим (Борисов В.А. и др., 1991).

Лук репчатый – культура требовательная, к условиям питания, прежде всего в соотношении таких элементов, как азот, фосфор и калий (Пивоваров В.Ф. и др., 2001).

Для выявления динамики питательных веществ и контроля питания растений в годы проведения исследований осуществлялся отбор проб в пахотном слое почвы с каждого варианта опыта. Средняя проба составлялась из пяти индивидуальных проб, отобранных тростевым буром методом конверта. Отбор проводился до внесения удобрений (22-25 апреля), в фазу массовых всходов (13-17 мая), начала формирования луковиц (7-12 июля) и массового полегания листьев (II-III декады августа).

В нашем опыте предполагалось два контрастных варианта с минеральным питанием лука: естественное плодородие почвы – вариант без внесения удобрений и вариант с основным внесением дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$, обеспечивающий повышенный уровень питания растений (таблицы 2-4, рисунки 8-10). Применение некорневых обработок растений лука в фазу начала образования луковицы калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем могло оказывать лишь опосредованное влияние на питательный режим почвы, за счёт усиления ростовых процессов и, как следствие, увеличению поглощения питательных веществ из почвы и удобрений. Это косвенно подтверждается

данными об увеличении урожайности на вариантах с применением калийной селитры, Циркона и Тенсо Коктейля на фоне NPK.

Таблица 2 – Действие удобрений на содержание нитратного азота в пахотном слое почвы по фазам развития лука репчатого (2014-2015 годы)

Фон питания	$N\text{-}NO_3$, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	2,15	2,84	2,18	0,75	1,99
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,35	3,50	9,80	2,95	4,65
NPK + KNO_3	2,35	3,45	9,30	1,85	4,24
NPK + Циркон	2,35	3,60	9,10	1,55	4,15
NPK +Тенсо Коктейль	2,15	3,70	9,55	1,60	4,25
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	2,50	3,60	9,00	1,40	4,13
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,3-0,9**	**0,5-1,0**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	2,34	3,57	9,35	1,87	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	2,35	2,90	1,85	0,64	1,94
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,40	3,80	8,35	2,50	4,26
NPK + KNO_3	2,30	3,95	8,60	1,40	4,06
NPK + Циркон	2,45	3,80	8,55	1,35	4,04
NPK +Тенсо Коктейль	2,35	4,10	8,30	1,25	4,00
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	2,35	3,90	8,25	0,93	3,86
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,5-1,2**	**0,7-1,4**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	2,37	3,91	8,41	1,49	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	2,40	2,87	2,05	0,91	2,05
$N_{90}P_{90}K_{90}$	2,55	3,50	9,30	3,65	4,75
NPK + KNO_3	2,45	3,75	9,10	2,85	4,54
NPK + Циркон	2,20	3,60	9,20	2,55	4,39
NPK +Тенсо Коктейль	2,30	3,65	9,10	2,55	4,40
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	2,50	3,65	9,20	2,40	4,44
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,2-0,7**	**0,6-0,9**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	2,40	3,63	9,18	2,80	

Основное количество почвенного азота сосредоточено в органическом веществе почвы, азот которого непосредственно недоступен для растений, поэтому об обеспеченности растений почвенным азотом судят по содержанию в почве минерального азота.

Минеральные соединения азота в пахотном слое почвы составляют 1-5% от общего содержания азота в почве; представлены в основном нитратами и аммонием. Нитраты находятся в почве в виде водорастворимых солей.

Содержание минерального азота в почве лабильно, подвержено большим колебаниям, в связи с чем его определяют несколько раз за период вегетации растений, т.е. в динамике (Минеев В.Г., 2001).

Образование нитратов в течение вегетационного периода происходит неравномерно. Ранней весной процесс нитрификации почвенного азота имеет слабую силу. При повышении температуры почвы увеличивается накопление нитратного азота, достигая максимума в летние месяцы, затем к осени, с понижением среднесуточных температур и увеличению потребления растениями, содержание нитратов значительно уменьшается.

Способность почв к накоплению нитратов и образованию солей азотной кислоты является одним из главных признаков эффективного плодородия.

В наших исследованиях установлено (таблица 2, рисунок 8), что максимальное содержание нитратного азота в почве при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ приходилось на фазу начала образования луковицы (7-12 июля), а на варианте без удобрений фиксировалось в фазу массовых всходов (13-17 мая). На варианте без удобрений количество нитратного азота во все сроки учёта на всех гибридах не превышало 3 мг/100 г, и в среднем за вегетацию составило 1,94-2,05 мг/100 г, что указывает на низкий уровень азотного питания.

Отсутствие накопления нитратов в почве на варианте без удобрений (контроль) в течение вегетационного периода связано с поглощением их растениями.

Внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ значительно повышало количество нитратного азота в почве в фазу начала образования луковицы, в среднем в 4,2-4,5 раза, что обеспечивало более благоприятный режим питания растений.

Проведённые некорневые обработки растений лука в фазу начала образования луковицы калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем спо-

собствовали уменьшению нитратного азота в почве в фазу массового полегания листьев, вероятно из-за увеличения потребления его растениями. В данную фазу наблюдались самые резкие различия между вариантами опыта. Так, в фазу массового полегания листьев (II-III декады августа) минимальное количество азота нитратов наблюдалось на контроле (0,64-0,91 мг/100 г), а из вариантов с обработкой – с применением Циркона, раздельно или в комплексе, на фоне NPK. Максимальное содержание нитратного азота в эту фазу фиксировалось на варианте с $N_{90}P_{90}K_{90}$, минимальное – на контроле.

Таблица 3 – Действие удобрений на содержание подвижного фосфора в пахотном слое почвы по фазам развития лука репчатого (2014-2015 годы)

Фон питания	P_2O_5, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	22,8	22,8	21,3	20,8	21,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$	22,7	23,9	24,4	24,0	23,8
NPK + KNO_3	23,2	24,1	24,3	23,6	23,8
NPK + Циркон	23,0	23,6	24,5	23,5	23,6
NPK + Тенсо Коктейль	23,0	24,1	24,9	23,7	23,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	23,2	24,2	24,3	23,5	23,8
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,6-0,9**	**0,4-0,7**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	23,0	24,0	24,5	23,6	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	23,1	23,1	21,4	20,8	22,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,2	23,8	23,9	23,5	23,6
NPK + KNO_3	23,3	24,2	24,3	23,6	23,8
NPK + Циркон	23,3	24,0	24,2	23,2	23,7
NPK + Тенсо Коктейль	23,0	23,7	23,9	23,2	23,4
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	23,0	23,7	24,1	23,0	23,4
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,3-0,5**	**0,2-0,5**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	23,1	23,9	24,1	23,3	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	22,9	22,9	21,9	21,1	22,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,1	23,6	23,5	23,1	23,3
NPK + KNO_3	23,0	23,4	23,8	22,7	23,2
NPK + Циркон	23,0	23,6	23,5	22,5	23,1
NPK + Тенсо Коктейль	23,0	23,4	23,6	22,6	23,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	23,1	23,9	24,2	22,4	23,4
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,4-0,7**	**0,5-1,0**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	23,0	23,6	23,7	22,6	

Эффективное плодородие почв в отношении фосфатов определяется запасом подвижных форм фосфора. Под подвижными соединениями фосфора подразумеваются как те почвенные фосфаты, которые непосредственно могут быть усвоены растениями в данный момент, так и те формы P_2O_5, которые сравнительно быстро могут переходить в почвенный раствор.

В противоположность нитратному азоту, сезонная динамика подвижного фосфора была выражена слабо и практически не зависела от удобрений и температурно-влажностных условий (таблица 3, рисунок 9). Содержание подвижного фосфора во все сроки учёта находилось на высоком уровне (более 20 мг/100 г по методу Чирикова), на контрольном варианте к концу вегетации содержание фосфора уменьшалось, на 1,5-2 мг, при этом также оставаясь на высоком уровне. В целом, на всех вариантах опыта во все периоды развития растения лука были хорошо обеспечены подвижными фосфатами.

Содержание подвижного калия (по методу Чирикова) находилось на уровне выше среднего (8-12 мг/100 г почвы) перед закладкой опыта (таблица 4, рисунок 10). На вариантах с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ максимальное содержание калия в почве фиксировалось в фазу начала образования луковицы, достигая 13-14 мг/100 г и более при значении на контрольном варианте в 9,5-10 мг/100 г почвы. Минимальное за вегетационный период содержание калия наблюдалось в фазу массового полегания листьев, что связано с интенсивным поглощением калия при формировании урожая.

На варианте без внесения удобрений, количество K_2O во II-III декаде августа составило 6,3-6,9 мг/100 г почвы, то есть перешло на средний уровень. Применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ поддерживало содержание подвижного калия в почве на уровне выше среднего, что подтверждается статистической обработкой ($НСР_{05}$).

Таблица 4 – Действие удобрений на содержание подвижного калия в пахотном слое почвы по фазам развития лука репчатого (2014-2015 годы)

Фон питания	K_2O, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	10,9	11,3	9,7	6,6	9,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,1	12,1	13,8	10,4	11,8
NPK + KNO_3	11,2	12,3	14,2	9,6	11,8
NPK + Циркон	10,8	11,8	13,9	9,2	11,4
NPK +Тенсо Коктейль	11,0	12,2	13,9	10,0	11,8
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,8	12,0	14,2	9,0	11,5
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,5-0,9**	**1,0-1,3**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	11,0	12,1	14,0	9,6	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	11,1	11,4	9,5	6,9	9,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,3	12,1	13,2	9,1	11,4
NPK + KNO_3	11,2	12,1	13,4	8,7	11,3
NPK + Циркон	11,2	12,2	13,0	8,5	11,2
NPK +Тенсо Коктейль	11,3	12,1	13,1	8,8	11,3
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	11,2	12,2	13,0	8,1	11,1
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,6-1,1**	**0,8-1,2**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	11,2	12,1	13,1	8,6	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	10,9	11,3	10,0	6,3	9,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,0	12,0	12,7	10,7	11,6
NPK + KNO_3	11,0	11,9	12,7	10,7	11,6
NPK + Циркон	11,0	12,3	13,0	10,5	11,7
NPK +Тенсо Коктейль	11,1	12,1	12,9	10,5	11,6
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	11,2	12,0	12,7	10,9	11,7
$НСР_{05}$	**-**	**-**	**0,4-1,0**	**0,3-0,7**	**-**
Среднее по вариантам с $N_{90}P_{90}K_{90}$	11,0	12,0	12,8	10,6	

Применение подкормок растений калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения минеральных удобрений имело тенденцию к уменьшению калия в почве в фазу массового полегания листьев, на 0,4-1,4 мг у гибрида Беннито F_1, на 0,3-1 мг у гибрида Поиск 012 F_1, что можно объяснить возрастанием урожайности на этих вариантах.

В результате наших исследований было отмечено, что максимальная урожайность (47,9 т/га) лука гибрида Беннито F_1 получена на варианте с комплексным применением калийной селитры и Тенсо Коктейля на фоне ос-

новного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ при содержании питательных веществ в почве в фазу начала образования луковицы N-NO_3 – 9,0 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 24,3, K_2O – 14,2 мг/100 г почвы, а в фазу массового полегания листьев – 1,4, 23,5 и 9,0 мг/100 г.

Для гибрида Поиск 012 F_1 максимальная общая урожайность (59,9 т/га) также получена на варианте с комплексным применением при содержании питательных веществ в почве в фазу начала образования луковицы N-NO_3 – 8,3 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 24,1, K_2O – 13,0 мг/100 г почвы, а в фазу массового полегания листьев – 0,93, 23,0 и 8,1 мг/100 г.

У гибрида Первенец F_1 наибольшая урожайность (45,1 т/га) получена на варианте с обработкой Цирконом на фоне внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ при содержании питательных веществ в почве в фазу начала образования луковицы N-NO_3 – 9,2 мг/100 г почвы, P_2O_5 – 23,5, K_2O – 13,0 мг/100 г почвы, а в фазу массового полегания листьев – 2,6, 22,5 и 10,5 мг/100 г.

Как видно, гибрид Поиск 012 F_1, отличающийся максимальной урожайностью, использовал больше азота и калия из почвы в сравнении с гибридами Беннито F_1 и Первенец F_1.

Следует отметить, что к концу вегетации (фаза массового полегания листьев) содержание всех питательных веществ ни на одном варианте с минеральной основой не опустилось ниже уровня контрольного варианта без внесения удобрений, и при выращивании гибридов с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ оставался потенциальный запас питательных веществ в почве. При этом на контроле получены достаточно высокие показатели урожайности: Беннито F_1 – более 37 т/га, Поиск 012 F_1 – более 52 т/га, Первенец F_1 – более 39 т/га, что подтверждает высокое естественном плодородие аллювиальной луговой почвы, на что указывали многие авторы (Добровольский Г.В., 1964; Кораблёва Л.И., 1969; Борисов В.А., 1978, 1990).

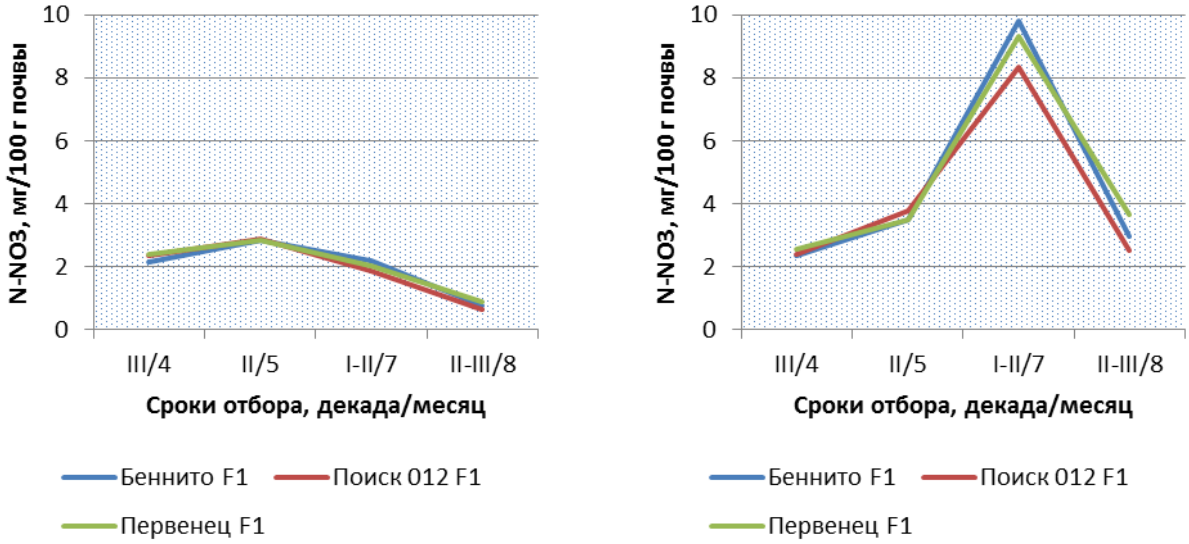
Таким образом, применение дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$ в основное внесение обеспечивает в основные фазы развития лука репчатого повышенное (выше среднего) содержание главных макроэлементов – нитратного азота, фосфора и

калия. Данную дозу с точки зрения содержания доступных питательных веществ в почве в основные фазы развития растений лука можно считать оптимальной.

Проведённый корреляционный анализ данных выявил наличие положительной средней связи содержания питательных веществ в почве с массой луковицы, массой растения и листьев, а также с урожайностью гибридов лука Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 (таблица 5). Более высокие коэффициенты корреляции получены с содержанием в почве питательных веществ в фазу начала образования луковицы (I-II декады июля); если же брать средние за вегетацию данные по содержанию питательных веществ в почве, то корреляционная зависимость по большинству показателей снижается.

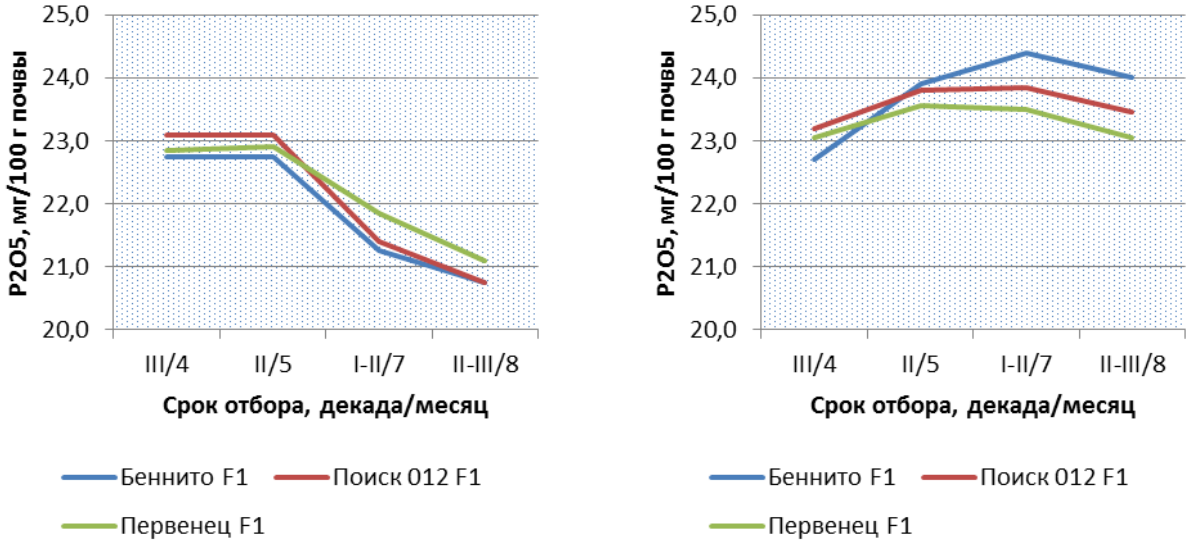
Таблица 5 – Корреляционная зависимость массы растения и урожайности с содержанием питательных веществ в почве

Показатели	Коэффициенты корреляции (± r) с содержанием питательных веществ в почве					
	в фазе начала образования луковицы (7-12 июля)			в среднем за вегетацию		
	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O	$N\text{-}NO_3$	P_2O_5	K_2O
Беннито F_1						
Масса растения	0,67	0,70	0,77	0,60	0,71	0,60
Масса луковицы	0,59	0,63	0,71	0,51	0,65	0,53
Масса листьев	0,77	0,79	0,80	0,75	0,76	0,69
Урожайность общая	0,76	0,83	0,84	0,69	0,82	0,72
Урожайность стандартная	0,76	0,81	0,84	0,69	0,81	0,70
Поиск 012 F_1						
Масса растения	0,53	0,56	0,52	0,43	0,44	0,44
Масса луковицы	0,53	0,55	0,52	0,43	0,43	0,45
Масса листьев	0,50	0,56	0,49	0,37	0,46	0,38
Урожайность общая	0,64	0,72	0,62	0,53	0,65	0,51
Урожайность стандартная	0,59	0,68	0,57	0,48	0,62	0,46
Первенец F_1						
Масса растения	0,66	0,73	0,68	0,60	0,61	0,67
Масса луковицы	0,56	0,58	0,60	0,49	0,47	0,58
Масса листьев	0,56	0,69	0,52	0,55	0,61	0,55
Урожайность общая	0,14	0,12	0,22	0,03	0,03	0,19
Урожайность стандартная	0,09	0,10	0,18	-0,02	-0,02	0,15



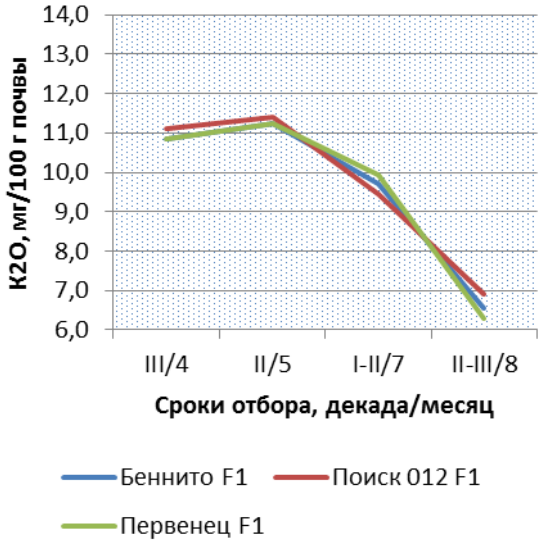
Без удобрений (к.) **$N_{90}P_{90}K_{90}$**

Рисунок 8 – Динамика нитратного азота ($N\text{-}NO_3$) в почве в основные фазы развития гибридов лука репчатого

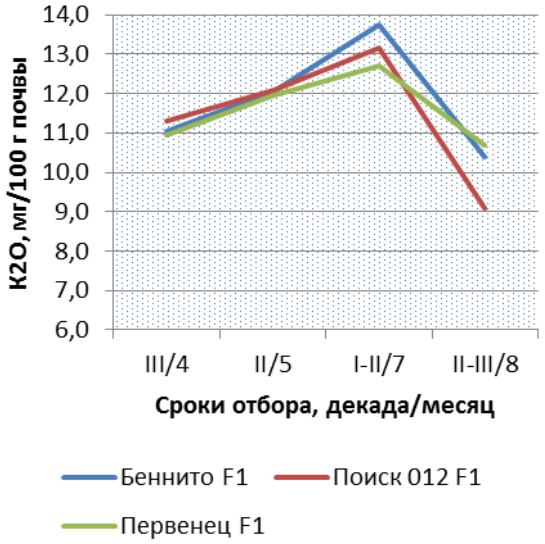


Без удобрений (к.) **$N_{90}P_{90}K_{90}$**

Рисунок 9 – Динамика подвижного фосфора (P_2O_5) в почве в основные фазы развития гибридов лука репчатого



Без удобрений (к.)



$N_{90}P_{90}K_{90}$

Рисунок 10 – Динамика подвижного калия (K_2O) в почве в основные фазы развития гибридов лука репчатого

3.2. Влияние удобрений и регуляторов роста на биометрические показатели растений лука

В процессе выполнения работы проводилась фиксация фаз роста и развития растений изучаемых гибридов, которая показала, что различия в скороспелости начинают проявляться лишь во второй половине вегетации. Так, у скороспелого Первенца F_1 фаза массового полегания листьев фиксировалась раньше на 5-10 дней по сравнению с Беннито F_1 и на 10-15 дней раньше позднеспелого Поиска 012 F_1. На основании наших исследований, вегетационный период (от всходов до массового полегания листьев) в условиях Московской области для изучаемых гибридов составил: Беннито F_1 – 95-105 дней; Поиск 012 F_1 – 100-110 дней; Первенец F_1 – 90-100 дней.

Гибрид	Посев	Единичные всходы	Массовые всходы	Начало формирования луковиц	Массовое полегание листьев	Уборка	Вегетационный период, дней
Беннито F_1	27-30/IV	10-15/V	13-17/V	07-12/VII	22-25/VIII	08-14/IX	95-105
Поиск 012 F_1	27-30/IV	10-15/V	13-17/V	07-12/VII	29-31/VIII	12-16/IX	100-110
Первенец F_1	27-30/IV	10-15/V	13-17/V	07-12/VII	15-18/VIII	01-06/IX	90-100

Для правильной оценки действия удобрений, регуляторов роста, подкормок имеет значение соотношение вегетативной и продуктовой части растения. Избыток одних и недостаток других элементов питания растений может вызвать чрезмерное разрастание вегетативных частей или их угнетение, что, в конечном счёте, сказывается на величине и структуре урожая, его качестве.

Результаты проведенных в период уборки морфометрических измерений подтвердили, что внесение минеральных удобрений, микроудобрений и регулятора роста способствует лучшему росту и развитию растений лука репчатого (таблица 6, рисунок 11).

Беннито F_1. На контроле (без удобрений) растения лука репчатого имели меньшие размеры луковицы по ее высоте, наибольшему поперечному диаметру и массе (96 г). Расчетная доза $N_{90}P_{90}K_{90}$ способствовала увеличению параметров луковицы и её массы (101 г).

Комплексное внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ с KNO_3, а также обработка растений в фазу формирования луковиц Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ способствовали дальнейшему увеличению размерных показателей растений лука репчатого и повышению их массы (до 115-129 г). Наибольшие размерные показатели луковиц, а также максимальная масса (129 г) отмечены при подкормке растений KNO_3 в сочетании с Тенсо Коктейлем и Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$. Доля луковицы в массе растения находилась в пределах 0,80-0,84; удобрения и подкормки в большей степени увеличивали массу листового аппарата.

На всех вариантах опыта независимо от варьирования размерных показателей луковиц индекс формы оставался стабильным (1,0-1,2), что свидетельствует о сохранении генетически заложенной для данного гибрида округло-плоской формы.

Таблица 6 – Биометрические показатели растений лука репчатого в зависимости от удобрений и регулятора роста (в среднем на 1 растение, 2014-2016 годы)

Фон питания	Масса растения, г	Масса луковицы, г	Масса листьев, г	Доля луковицы в растении	Наибольший диаметр луковицы, см	Высота луковицы, см	Индекс формы луковицы
Беннито F_1							
Без удобрений (к.)	114	96	18	0,84	5	7	1,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	126	101	25	0,80	6	7	1,2
NPK + KNO_3	138	115	23	0,83	6	7	1,2
NPK + Циркон	151	121	30	0,80	6	7	1,2
NPK+Тенсо Коктейль	139	114	25	0,82	6	7	1,2
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	156	129	27	0,83	7	7	1,0
$НСР_{05}$	**-**	**4-9**	**3-7**	**-**	**-**	**-**	**-**
Среднее по опыту	**137,3**	**112,6**	**24,8**	**0,82**	**6**	**7**	**1,2**
Поиск 012 F_1							
Без удобрений (к.)	173	131	42	0,76	5	7	1,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	174	134	40	0,77	6	7	1,2
NPK + KNO_3	208	156	52	0,75	6	7	1,2
NPK + Циркон	196	147	49	0,75	6	7	1,2
NPK+Тенсо Коктейль	222	171	51	0,77	6	7	1,2
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	235	179	56	0,76	7	7	1,0
$НСР_{05}$	**-**	**5-11**	**4-9**	**-**	**-**	**-**	**-**
Среднее по опыту	**201,3**	**153,0**	**48,3**	**0,76**	**6**	**7**	**1,2**
Первенец F_1							
Без удобрений (к.)	132	100	32	0,76	6	6	1,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	135	100	35	0,74	5	5	1,0
NPK + KNO_3	156	114	42	0,73	5	6	1,2
NPK + Циркон	147	110	37	0,75	6	6	1,0
NPK +Тенсо Коктейль	150	117	33	0,78	6	6	1,0
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	149	109	40	0,73	6	6	1,0
$НСР_{05}$	**-**	**4-10**	**3-8**	**-**	**-**	**-**	**-**
Среднее по опыту	**144,0**	**108,4**	**36,5**	**0,75**	**6**	**6**	**1,0**

Поиск 012 F_1. В среднем по опыту луковицы Поиск 012 F_1 незначительно отличались от луковиц Беннито F_1 размерными показателями, но от-

личались значительно большей массой (153 г против 112 г), что подтверждает их сравнительно большую плотность.

Применение удобрений и регуляторов роста способствовало лучшему росту и развитию луковиц, что выражалось в увеличении как высоты и поперечного диаметра луковиц, так и повышении их массы (до 134-179 г по сравнению с контрольными образцами 131 г). Опрыскивание растений Цирконом достоверно увеличивало размеры и массу луковицы (на 13 г) по сравнению с фоном $N_{90}P_{90}K_{90}$.

При сочетании $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо-Коктейль также отмечалось увеличение размеров и массы (на 37 г) луковиц по сравнению с фоном. На варианте с комплексным внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль получена максимальная масса как луковицы (179 г), так и растения (235 г) при средних по опыту значениях 153 г и 201 г соответственно. Доля луковицы в растении колебалась по вариантам в небольших пределах (0,75-0,77).

Средний по опыту индекс формы луковиц равнялся 1,2 (овальная форма) с незначительным варьированием по фонам питания.

Первенец F_1. Обработка растений лука репчатого калийной селитрой, Цирконом, Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ способствовала большему росту и развитию как луковицы (прибавка в массе 9-17 г) так и растения в целом (прибавка в 3-24 г).

В отличие от других гибридов, наибольшая масса луковицы (117 г) отмечена на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль, где наблюдалась и максимальная доля луковицы в растении (0,78). Следует отметить, что совместная обработка растений лука репчатого в фазу формирования луковиц калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ уступала в показателе масса луковицы вариантам с раздельной обработкой теми же препаратами. Доля луковицы в растении составляла 0,73-0,78 при средней по опыту величине 0,75.

Индекс формы луковицы колебался в пределах 1,0-1,4 при среднем по опыту 1,2.

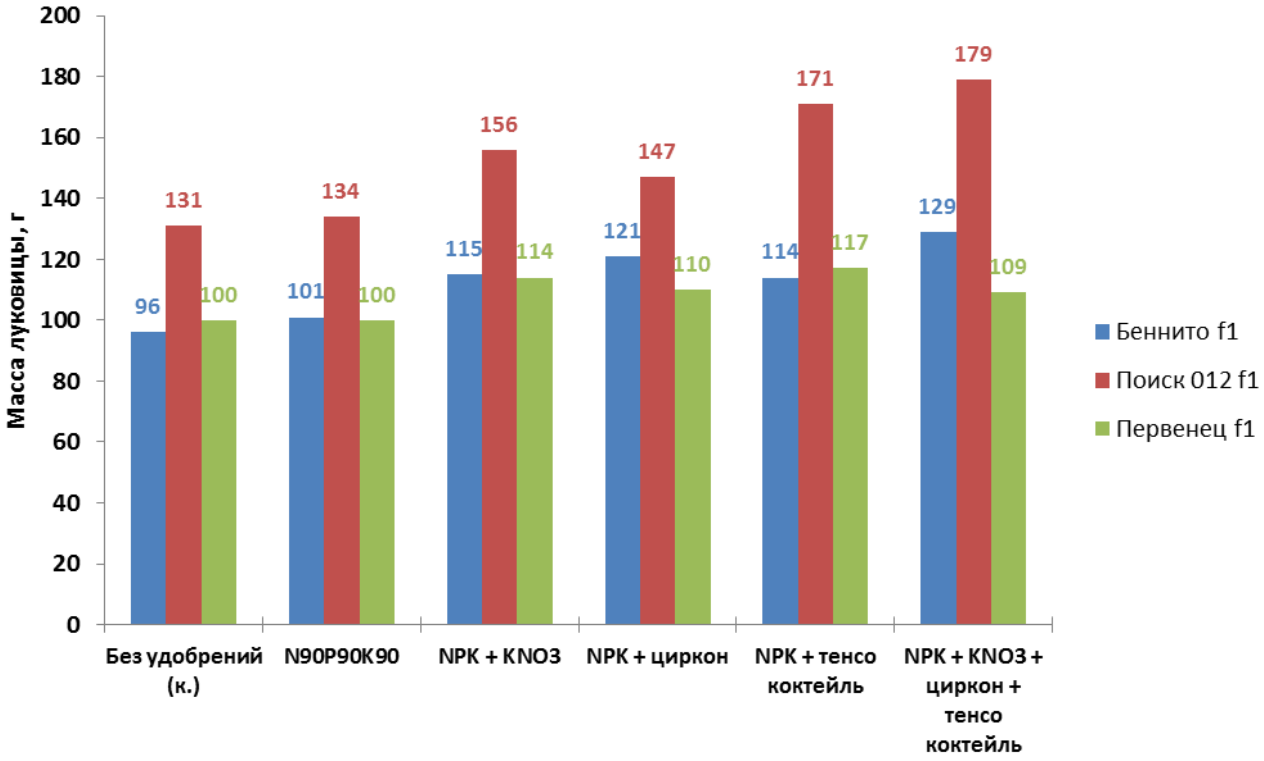


Рисунок 11 – Влияние удобрений и подкормок на массу луковицы к моменту уборки ($НСР_{05}$ = 4-9 для Беннито F_1, $НСР_{05}$ = 5-11 для Поиск 012 F_1, $НСР_{05}$ = 4-10 для Первенец F_1)

Таким образом, можно отметить, что наибольшей массой луковицы (153 г в среднем по опыту) и массой растения отличался Поиск 012 F_1. На лучшем по биометрическим показателям варианте с комплексным применением $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 +Циркон + Тенсо Коктейль масса луковицы составила 179 г, масса растения – 235 г, доля луковицы в растении 0,76, индекс формы луковицы 1,0.

У гибридов Беннито F_1 и Первенец F_1 среднеопытные показатели массы растения и массы луковицы были приблизительно одинаковыми: 137 г и 144 г; 112 г и 108 г соответственно, однако доля луковицы в растении у Беннито F_1 была значительно выше (0,82 против 0,75).

Наибольшая масса луковицы (129 г), масса растения (156 г) и доля луковицы в растении, равная 0,83, была получена у Беннито F_1 также на варианте комплексного применения $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 +Циркон + Тенсо Кок-

тейль. У Первенца F_1 максимальная масса луковицы (117 г) с высокой долей луковицы в растении (0,78) и индексом формы луковицы 1,2 получена при сочетании $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль.

3.3. Урожайность лука репчатого в однолетней культуре при использовании удобрений и регуляторов роста

Получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур возможно лишь при полной обеспеченности растений питательными элементами. В современном земледелии минеральные удобрения – один из основных факторов формирования урожаев сельскохозяйственных культур (Аутко А.А., 2005). Только с внесением удобрений, и в первую очередь минеральных, становится возможным вмешаться в круговорот веществ в земледелии и увеличить продуктивность почв выше той, что определяется естественными процессами. Для этого необходимо не только знать свойства минеральных удобрений, но и владеть приемами их эффективного применения (Кореньков Д.А.,1985).

Интенсивная технология предполагает дробное внесение удобрений, т.е. сочетание основного осеннего внесения с подкормками в течение сезона в соответствии с потребностями растений. При этом значительное внимание уделяется применению адаптированных регуляторов роста и новым типам удобрений (Литвинов С.С., 2008).

В наших исследованиях выявлена высокая эффективность минеральных удобрений, калийной селитры, регулятора роста Циркона и микроудобрения Тенсо Коктейль при внесении в почву под лук репчатый (таблица 7, рисунок 12).

Беннито F_1. Применение минеральных удобрений в основное внесение и обработка вегетирующих растений лука калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем позволило увеличить урожайность луковиц с 37,2 т/га до 41,3-47,9 т/га, за счёт повышения концентрации питательных веществ в почве и стимуляции процессов роста, что подтверждается данными биометриче-

ских измерений. Прибавка к контролю составила 4,1-10,7 т/га (11-29%). Минимальная прибавка урожайности (4,1 т/га) получена при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$, максимальная (10,7 т/га) – при комплексном применении $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль, где выявлен максимальный выход стандартной продукции (90,6%).

Применение регуляторов роста в системе агротехнических мероприятий при выращивании сельскохозяйственных культур позволяет добиться тонкой коррекции процессов роста и развития, характера донорно-акцепторных отношений при формировании хозяйственно-ценной части урожая, повышения функциональной активности и устойчивости растений к абиотическому и биотическому стрессу (Борисов В.А., 2016).

В результате исследований установлено, что применение KNO_3, Циркона и Тенсо Коктейля (раздельно) в фазу формирования луковиц на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ повышало урожайность луковиц на 2,8, 5,3 и 5,6 т/га по отношению к фону с выходом стандартной продукции 87,2-89,1%, то есть было достаточно эффективным приёмом. Причём раздельное применение регулятора роста Циркона и микроудобрения Тенсо Коктейля на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ было равноценно: прибавка урожайности к фону 14-15%, к контролю (без удобрений) – 25-26%. Менее результативна была обработка растений калийной селитрой на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ с прибавкой к фону 2,8 т/га (8%).

Обработка в процессе роста растений KNO_3, Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, как раздельно, так и в комплексе, значительно увеличивала окупаемость 1 кг д.в. удобрений дополнительной продукцией – до 25,6-39,6 кг/кг д.в. против 15,2 кг/кг д.в. на фоне, т.е. в 1,7-2,6 раза.

Поиск 012 F_1. Получена урожайность в пределах 52,4-59,9 т/га с выходом стандартной продукции 90-92,7%. Гибрид оказался менее отзывчив на удобрения, вероятно с более развитой корневой системой, способной полнее использовать питательные вещества почвы. Прибавка к контролю составила от 1,1 т/га при внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ до 7,5 т/га при комплексе $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль или 2-14%.

Таблица 7 – Влияние минеральных удобрений, микроудобрения и регулятора роста на урожайность гибридов лука репчатого (2014-2016 годы)

Фон питания	Урожайность, т/га		± к контролю		Выход стандартной продукции, %	Окупаемость 1 кг NPK продукцией, кг
	общая	стандарт	т/га	%		
Беннито F_1						
Без удобрений (к.)	37,2	32,2	-	100	86,7	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	41,3	36,5	4,1	111	88,4	15,2
NPK + KNO_3	44,1	38,9	6,9	119	88,3	25,6
NPK + Циркон	46,6	41,5	9,4	125	89,1	34,8
NPK + Тенсо Коктейль	46,9	40,9	9,7	126	87,2	35,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	47,9	43,4	10,7	129	90,6	39,6
$НСР_{05}$	**1,2-1,3**	**Р% = 4,2-5,5**				
Среднее по опыту	**43,7**	**38,7**	**8,2**	**122**	**88,5**	**30,2**
Поиск 012 F_1						
Без удобрений (к.)	52,4	47,5	-	100	90,6	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	53,5	48,2	1,1	102	90,0	4,1
NPK + KNO_3	58,8	54,5	6,4	112	92,6	23,7
NPK + Циркон	58,5	54,5	6,1	112	93,2	22,6
NPK + Тенсо Коктейль	55,2	50,0	2,8	105	90,7	10,4
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	59,9	55,6	7,5	114	92,7	27,8
$НСР_{05}$	**1,1-1,2**	**Р% = 3,9-4,1**				
Среднее по опыту	**56,3**	**51,6**	**4,8**	**109**	**91,7**	**17,7**
Первенец F_1						
Без удобрений (к.)	39,9	33,2	-	100	83,9	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	36,8	29,0	-3,1	92	80,3	-
NPK + KNO_3	38,6	32,3	-1,3	97	84,6	-
NPK + Циркон	45,1	38,1	5,2	113	85,1	19,3
NPK + Тенсо Коктейль	42,9	36,0	3,0	108	84,9	11,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	41,6	34,6	1,7	104	83,9	6,3
$НСР_{05}$	**1,3-1,5**	**Р% = 3,5-4,4**				
Среднее по опыту	**40,8**	**33,8**	**1,1**	**103**	**83,8**	**4,1**

Эффективна была раздельная обработка растений KNO_3 и Цирконом на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$: прибавка урожайности к фону 5-5,3 т/га при значительном увеличении окупаемости 1 кг д.в. удобрений дополнительной продукцией – до 22,6-23,7 кг/кг д.в., т.е. в 5,5-5,8 раза; эффективность обработки вегетирующих растений лука Тенсо Коктейлем на фоне NPK была невысокой (1,7 т/га или 3% к фону).

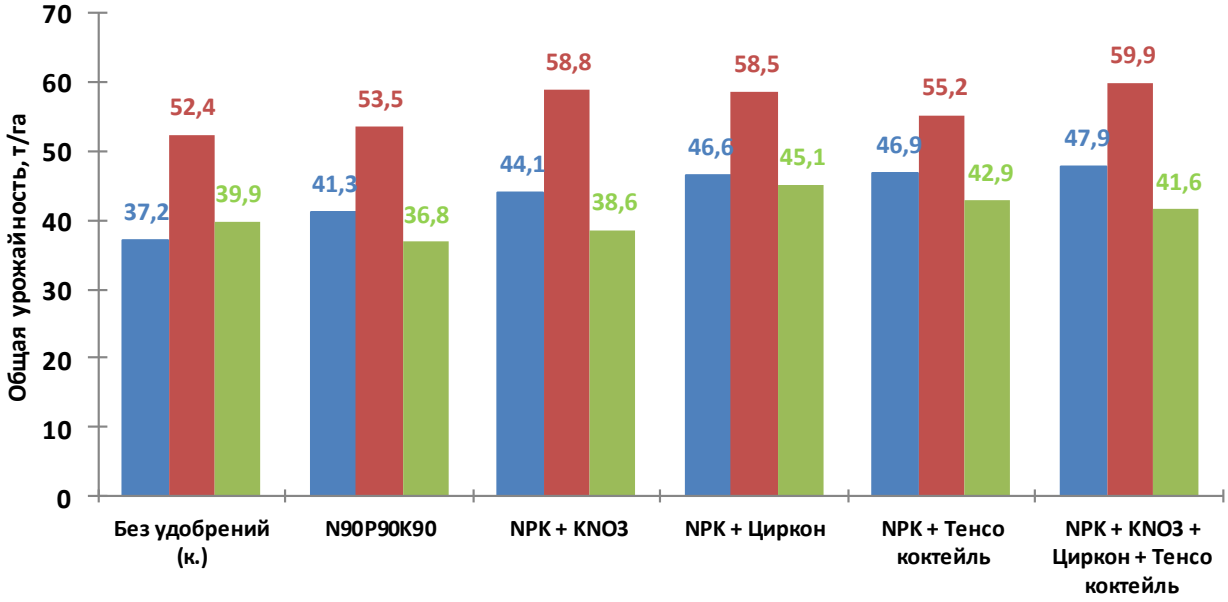
Комплексное применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль обеспечило наибольшую урожайность (59,9 т/га), выход стандартной продукции (92,7 %) и максимальную окупаемость минеральных удобрений дополнительной продукцией (27,8 кг/кг д.в.).

Первенец F_1. Урожайность составила 36,8-45,1 т/га, прибавка к контролю – до 5,2 т/га (13%). Наилучший эффект (5,2 т/га прибавки) получен при основном внесении $N_{90}P_{90}K_{90}$ и последующей обработкой вегетирующих растений Цирконом; на варианте с обработкой растений Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ прибавка составила 3,0 т/га (8%).

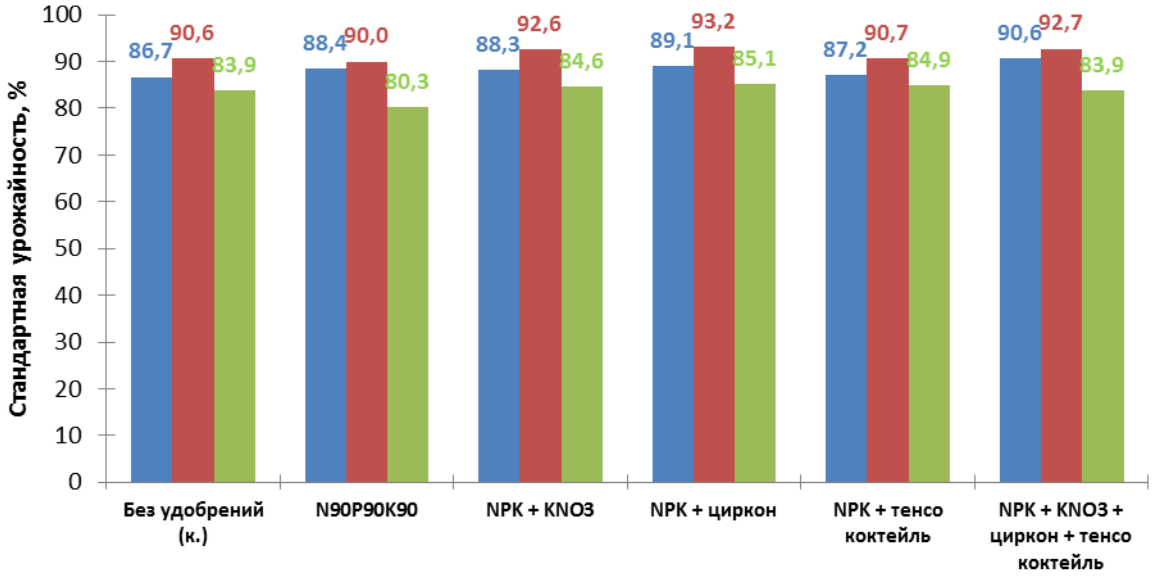
Обработка растений лука как Цирконом, так и Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ значительно увеличила окупаемость минеральных удобрений дополнительной продукцией – до 19,3 и 11,1 кг/кг д.в. и обеспечила наибольший выход стандартной продукции (84-85%). Комплексное применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль было менее эффективно, чем раздельные обработки Цирконом и Тенсо Коктейлем.

В итоге, на аллювиальной луговой почве наиболее отзывчивым на удобрения и обработки регулятором роста Цирконом и микроудобрениями был Беннито F_1 (11-29% прибавки при средней по опыту величине 22%), затем Поиск 012 F_1 (2-14% при средней 9%); менее отзывчивым оказался Первенец F_1 (до 13% прибавки при средней по опыту величине 3%).

Наибольший выход стандартной продукции отмечен у Поиска 012 F_1 (91,7% в среднем по опыту) и Беннито F_1 (88,5%), наименьший – у Первенца F_1 (83,8%). Общая урожайность у Поиска 012 F_1 была наибольшей, что подтверждают и данные биометрических измерений (в среднем по опыту 56,3 т/га), у Беннито F_1 и Первенца F_1 – на 12,6 и 15,5 т/га соответственно меньше. Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 лучше всего отзывались на комплекс $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль, а Первенец F_1 – на $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон.



Общая урожайность, т/га



Стандартная урожайность, % общей

Беннито F_1
Поиск 012 F_1
Первенец F_1

Рисунок 12 – Сравнение общей урожайности и выхода стандартной продукции гибридов лука репчатого на разных фонах питания (2014-2016 годы)

Сравнивая результативность внекорневых обработок растений лука репчатого в фазу формирования луковицы (таблица 8) можно выделить некоторые сортовые различия.

Таблица 8 – Сравнительная эффективность обработок растений лука репчатого на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$

Обработка	Прибавка урожайности к фону $N_{90}P_{90}K_{90}$							
	Беннито F_1		Поиск 012 F_1		Первенец F_1		суммарная	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%	т/га	%
KNO_3	2,4	6	5,3	10	1,8	5	9,5	21
Циркон	5,3	13	5,0	9	8,3	23	18,6	45
Тенсо Коктейль	5,6	14	1,7	3	6,1	17	13,4	34
KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	6,6	16	6,4	12	4,8	13	17,8	41
В среднем	5,0	12	4,6	9	5,3	15	-	-

У позднеспелого Беннито F_1 выявлен сравнительно одинаковый эффект (учитывая $НСР_{05}$) обработки Цирконом (13% прибавки урожайности) и Тенсо Коктейлем (14%); значительно уступала обработка калийной селитрой в величине прибавки урожайности (6%). Для позднеспелого Поиска 012 F_1 из отдельных сочетаний наиболее эффективны и равноценны (с учётом $НСР_{05}$) были обработки KNO_3 (10%) и Цирконом (9%), а обработка Тенсо Коктейлем дала лишь 3% прибавки урожая. Для среднеспелого Первенца F_1 лучший эффект получен от обработки Цирконом (23% прибавки урожайности) и Тенсо Коктейлем (17%). Применение калийной селитры было менее эффективным приёмом (5%). При этом комплексная обработка KNO_3, Цирконом и Тенсо Коктейлем превышала раздельные обработки теми же препаратами только у позднеспелых Беннито F_1 и Поиска 012 F_1.

В среднем, для Беннито F_1 и Первенца F_1 применение обработок вышеуказанными препаратами дало 12 и 15% прибавки урожайности к фону $N_{90}P_{90}K_{90}$, в то время как для Поиска 012 F_1 лишь 9%.

При сравнении эффективности препаратов по суммарной величине прибавки урожайности для изучаемых гибридов, выясняется, что наиболее эффективным препаратом являлся Циркон (18,6 т/га суммарно), менее эффективным – Тенсо Коктейль (13,4 т/га суммарно), ещё менее эффективным

– KNO_3 (9,5 т/га суммарно). Что свидетельствует о том, что в комплексе KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль ведущая роль отведена, вероятно, Циркону. В то же время, значительные прибавки урожайности от применения микроудобрения Тенсо Коктейль могут косвенно указывать на недостаток микроэлементов в почве.

3.4. Биохимическое качество лука репчатого в зависимости от удобрений и регуляторов роста

В настоящее время изучено влияние многих факторов внешней среды на процессы обмена веществ и на количественные и качественные показатели биохимического состава растений. К таким факторам относится температура, влажность, количество света, почвенные условия, агротехника, и, в особенности, действие различных минеральных и органических удобрений, регуляторов роста и развития.

Под влиянием этих внешних факторов изменяется количество и качество тех составляющих растительной продукции, которые определяют питательную ценность овощей. Питательные вещества, поступающие в растения из почвы, входят в состав важнейших органических соединений в растениях. Этим определяется тесная связь между биохимией и агрохимией, отсюда вытекает необходимость изучения действия условий питания на качество урожая, что неоднократно подчёркивал Д.Н. Прянишников (1953).

Литвинов С.С. (2008) отмечает, что удобрения при грамотном их применении являются важнейшим фактором повышения качества урожая. С их помощью можно изменять направленность процессов обмена веществ в нужную сторону, способствовать большему накоплению в растениях полезных для человека веществ: витаминов, белков, углеводов и т.д.

В таблице 9 представлены данные по содержанию сухого вещества, сахаров, аскорбиновой кислоты и нитратов в гибридах лука репчатого в период уборки.

Таблица 9 – Влияние удобрений и регуляторов роста на биохимические показатели лука репчатого после уборки (2014-2016 годы)

Фон питания	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Моноса-хара, %	Дисахара, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
Беннито F_1						
Без удобрений (к.)	10,1	6,7	2,8	3,9	4,3	57,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,8	5,7	2,5	3,2	4,4	36,7
NPK + KNO_3	10,4	6,0	2,4	3,6	5,3	56,0
NPK + Циркон	10,6	6,3	2,5	3,8	4,4	45,4
NPK +Тенсо Коктейль	10,4	5,8	2,4	3,4	4,4	55,0
NPK+KNO_3+Циркон+ Тенсо Коктейль	10,6	6,0	2,4	3,6	5,1	50,7
$НСР_{05}$	**0,3-0,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8,4-9,8**
Среднее по опыту	**10,5**	**6,1**	**2,7**	**3,4**	**4,7**	**50,3**
Поиск 012 F_1						
Без удобрений (к.)	7,7	4,2	3,2	1,0	4,4	58,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,4	5,0	3,4	1,6	4,9	47,6
NPK + KNO_3	7,9	5,0	3,3	1,7	5,2	66,9
NPK + Циркон	8,1	4,8	3,2	1,6	5,9	67,5
NPK +Тенсо Коктейль	8,4	4,5	3,2	1,3	4,2	100,3
NPK+KNO_3+Циркон+ Тенсо Коктейль	8,0	5,0	3,2	1,8	4,9	104,9
$НСР_{05}$	**0,4-0,9**	**-**	**-**	**-**	**-**	**8,5-10,8**
Среднее по опыту	**8,1**	**4,8**	**3,3**	**1,5**	**4,9**	**74,2**
Первенец F_1						
Без удобрений (к.)	11,2	5,1	2,1	2,9	4,9	59,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,6	5,3	2,4	2,9	6,2	25,0
NPK + KNO_3	11,0	5,2	2,0	3,2	5,5	57,0
NPK + Циркон	10,2	6,1	2,2	3,8	3,0	73,0
NPK +Тенсо Коктейль	11,5	7,7	2,0	5,5	3,2	68,0
NPK+KNO_3+Циркон+ Тенсо Коктейль	10,7	6,1	2,3	3,7	2,8	77,0
$НСР_{05}$	**0,8-1,1**	**-**	**-**	**-**	**-**	**7,3-11,9**
Среднее по опыту	**10,7**	**5,9**	**2,2**	**3,7**	**4,3**	**59,8**

Беннито F_1. Применение минеральных удобрений, регуляторов роста (Циркон) и микроудобрений (KNO_3, Тенсо Коктейль) при выращивании способствовало повышению содержания сухого вещества в луковицах к моменту уборки до 10,4-10,8% в сравнении с контрольным образцом (10,1%). Максимальное содержание сухого вещества (10,8%) обеспечивала рекомендованная доза $N_{90}P_{90}K_{90}$, достоверное превышение к контролю 0,7%. Обработка растений Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, как раздельно, так и в комплексе с калийной селитрой и Тенсо Коктейлем, позволила получить продукцию, содержащую сухого вещества 10,6%, т.е. незначительно отличалась от $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Содержание сахаров находилось в пределах от 5,7% ($N_{90}P_{90}K_{90}$) до 6,7% (контроль); применение $N_{90}P_{90}K_{90}$, а также калийной селитры, Циркона и

Тенсо Коктейля в комплексе с $N_{90}P_{90}K_{90}$ уменьшало содержание суммы сахаров в луковицах на 0,4-1%.

Содержание витамина С/ аскорбиновой кислоты в луковицах возросло на 0,7-0,9 мг% на вариантах $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 и $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль, т.е. на комплексных вариантах с присутствием обработок вегетирующих растений лука калийной селитрой.

Нитраты – естественный компонент пищевых продуктов растительного происхождения, установленное допустимое количество которых не оказывает отрицательного влияния на организм человека и животных (Литвинов С.С., Борисов В.А., 1998). Для лука репчатого, согласно ТР ТС 021/2011, установлено предельно-допустимое содержание нитратов - 80 мг/кг сырой массы.

Содержание нитратов в продукции находилось в пределах 36,7-57,7 мг/кг сырой массы, не превышало ПДК (80 мг/кг). Применение всех видов обработок растений, включая калийную селитру, Циркон, Тенсо Коктейль увеличивало накопление нитратов в продукции.

Поиск 012 F_1. Наибольшее содержание сухого вещества (8,4%) в луковицах к уборке отмечено на вариантах $N_{90}P_{90}K_{90}$ и $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль. По другим вариантам этот показатель был несколько выше (на 0,2-0,4%) контроля с 7,7% сухого вещества в луковицах.

Установлено положительное действие применения $N_{90}P_{90}K_{90}$, раздельно и в комплексе с обработками растений KNO_3, Цирконом, Тенсо Коктейлем на содержание суммы сахаров в луковицах: увеличение суммы сахаров на 0,3% ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль) – 0,8% ($N_{90}P_{90}K_{90}$, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3, $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль) происходило преимущественно за счёт увеличения содержания дисахаров.

Выявлено положительное действие обработки растений лука Цирконом на фоне основного внесения NPK на накопление аскорбиновой кислоты в луковицах – до 1,5 мг% к контролю и 1 мг% к фону. Применение Тенсо Коктейля в комплексе с $N_{90}P_{90}K_{90}$ напротив, уменьшило накопление витамина С в

продукции. По другим вариантам с минеральной основой накопление его было в пределах 4,9-5,2 мг%.

Нитраты в овощной продукции могут накапливаться после внесения в почву азотных удобрений, а также при снижении метаболических процессов в растениях, если создаются неблагоприятные условия для их произрастания (Борисов В.А., Литвинов С.С., 1998; Кореньков Д.А., 1999).

Содержание нитратов превышало ПДК на вариантах комплексного применения $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль и $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль – на 25% и 31% соответственно, по остальным вариантам содержание нитратов в луковицах находилось в пределах 47,6-67,5 мг/кг сырой массы. Таким образом, подкормка вегетирующих растений позднеспелого лука Поиск 012 F_1 микроудобрением Тенсо Коктейль на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ может привести к превышению предельно-допустимых концентраций нитратов в луковицах ко времени уборки.

Первенец F_1. Содержание сухого вещества по вариантам опыта варьировало от 9,6% ($N_{90}P_{90}K_{90}$) до 11,5% ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль), сумма сахаров – от 5,1% (контроль) до 7,7% ($N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль). Условия питания при выращивании оказали влияние на биохимические показатели качества луковиц. Раздельная обработка растений калийной селитрой и Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ дала содержание сухого вещества в луковицах в 11,0 и 10,2%, что меньше контроля на 0,2 и 0,8% соответственно.

Выявлено, что применение $N_{90}P_{90}K_{90}$, а также раздельная обработка растений лука Цирконом и, особенно, Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, приводили к повышению содержания дисахаров в луковицах на 0,3-2,6%.

Применение одних минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$) способствовало увеличению накопления витамина С в луковицах – до 6,2 мг% в отличие от 4,9 мг% на контроле.

Содержание нитратов находилось в пределах 25-77 мг/кг сырой массы, и не превышало ПДК. Максимальное накопление нитратов в луковицах к моменту уборки было отмечено при комплексном применении $N_{90}P_{90}K_{90}$ +

KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль – достоверное превышение контроля на 57 мг/кг.

Обобщая, можно отметить, что средние по вариантам опыта биохимические показатели качества – сухое вещество, сахара, витамин С – у Беннито F_1 и Первенец F_1 были сравнительно одинаковы. Первенец F_1 отличался наибольшим (на 9,5 мг/кг в среднем по опыту) накоплением нитратов в продукции при тех же дозах удобрений и регуляторов роста. Поиск F_1 отличался наименьшим содержанием запасающих веществ: сухого вещества (более чем на 2% в среднем по опыту) и сахаров, и большим накоплением нитратов – 74,2 мг/кг против 50,3 и 59,8 мг/кг сырой массы в среднем по опыту.

По соотношению содержания дисахаров к моносахарам можно судить о степени «созревания» луковицы, переходе её в состояние покоя. В литературе представлены данные (Кузмене Г.С., 1963, Борисов В.А., Литвинов С.С., Романова А.В., 2003), что чем больше соотношение дисахара/моносахара, тем лучше сохранность лука при хранении. В наших исследованиях это соотношение находилось в пределах 1,3-1,5 для гибрида Беннито F_1 и 1,2-2,8 для гибрида Первенец F_1. Эти гибриды показали хорошую сохранность в противоположность гибриду Поиск 012 F_1, где к моменту уборки в луковицах преобладали моносахара и соотношение было ниже 1.

При рассмотрении влияния раздельных обработок препаратами на изменение качественных показателей луковиц при уборке можно выделить следующие результаты (таблица 10). Применение калийной селитры имело тенденцию к снижению содержания сухого вещества (на 0,4-0,5%) у позднеспелых гибридов Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 в противоположность среднеспелому Первенцу F_1, где наблюдалось повышение содержания сухого вещества (на 1,4%) в луковицах. При применении KNO_3 выявлено увеличение витамина С у Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 (на 0,9 и 0,3 мг%), а у Первенца F_1 – уменьшение (на 0,7 мг%). Обработка калийной селитрой увеличивала накопление нитратов в луковицах всех изучаемых гибридов, в наибольшей степени

– у скороспелого Первенца F_1 (на 32 мг/кг). Существенного влияния обработки калийной селитрой на сумму сахаров не выявлено.

Таблица 10 – Влияние обработок калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ на биохимические показатели качества лука репчатого (2014-2016 годы)

Обработка	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
	± к фону $N_{90}P_{90}K_{90}$			
Беннито F_1				
KNO_3	-0,4	+0,3	+0,9	+19,3
Циркон	-0,2	+0,6	0,0	+8,7
Тенсо Коктейль	-0,4	+0,1	0,0	+18,3
KNO_3 + Циркон+Тенсо Коктейль	-0,2	+0,3	+0,7	+14,0
В среднем	**-0,3**	**+0,3**	**+0,4**	**+15,1**
Поиск 012 F_1				
KNO_3	-0,5	0,0	+0,3	+19,3
Циркон	-0,3	-0,2	+1,0	+19,9
Тенсо Коктейль	0,0	-0,5	-0,7	+52,7
KNO_3 +Циркон+Тенсо Коктейль	-0,4	0,0	0,0	+57,3
В среднем	**-0,3**	**-0,2**	**+0,2**	**+37,3**
Первенец F_1				
KNO_3	+1,4	-0,1	-0,7	+32,0
Циркон	+0,6	+0,8	-3,2	+48,0
Тенсо Коктейль	+1,9	+2,4	-3,0	+43,0
KNO_3 +Циркон+Тенсо Коктейль	+1,1	+0,8	-3,4	+52,0
В среднем	**+1,3**	**+1,0**	**-2,6**	**+43,8**

Применение регулятора роста Циркона имело ту же тенденцию и по содержании сухого вещества в луковицах изучаемых гибридов, как и калийная селитра, однако в меньшем количественном выражении. Наблюдалось накопление суммы сахаров для позднеспелого Беннито F_1 (+0,6%) и среднеспелого Первенца F_1 (+0,8%). На содержание витамина С влияние обработки растений лука Цирконом было неоднозначным: от увеличения у Поиска 012 F_1 (+1 мг%) до уменьшения у Первенца F_1 (-3,2 мг%) при полном отсутствии влияния на содержание у Беннито F_1. Наблюдалось увеличение содержания нитратов в луковицах от применения Циркона (до 48 мг/кг), наиболее выраженное у скороспелого Первенца F_1.

Использование комплекса микроэлементов Тенсо Коктейль для внекорневой обработки растений лука отрицательно сказалось на содержании сухого вещества (-0,4%) у позднеспелого Беннито F_1 при значительном увеличении его содержания (+1,9%) у среднеспелого Первенца F_1, у которого

было отмечено и повышение содержания суммы сахаров (+2,4%). При этом у Поиск 012 F_1 и Первенец F_1 наблюдалось уменьшение содержания витамина С в луковицах при обработке Тенсо Коктейлем на 0,7 и 3,0 мг% соответственно при существенном увеличении содержания нитратов на 52 и 43 мг/кг.

3.5. Сохранность лука репчатого при зимне-весеннем хранении в зависимости от условий питания

Обеспечение сохранности урожая с минимальными потерями является первостепенной целью растениеводческой отрасли сельского хозяйства. Лук репчатый в свежем виде употребляется в пищу в течение всего года, а производится сезонно, поэтому сохранность его продукции является важной задачей для производства. На качество и сохранность продукции кроме наследственных особенностей сорта, влияют условия выращивания и технология хранения, важную роль при этом играют условия минерального питания культуры при выращивании.

В таблицах 11-13 представлены результаты хранения лука репчатого в зависимости от фонов питания растений. Оценка проведена по показателям выхода стандартной продукции, убыли массы, потерь от болезней, в том числе по видовому составу (рисунок 14-16).

Хранение продукции осуществлялось в овощехранилище (рисунок 13) при температуре 0…-1°С и влажности воздуха 80-90% в полимерных ящиках.

Основные причины потери лука репчатого в период хранения – естественная убыль и потери, связанные с болезнями луковиц и их прорастанием. Минеральное питание культуры оказывает большое влияние на сохранность овощной продукции в процессе хранения (Селиванова М.В., 2019). Естественная убыль происходит в результате процессов дыхания и испарения влаги из продукции.

Рисунок 13 – Зимне-весеннее хранение лука репчатого в овощехранилище

Важнейший фактор, определяющий пригодность лука для длительного хранения – инфекционный фон продукции, зараженность ее возбудителями грибных, бактериальных, микоплазменных и вирусных заболеваний, а также вредителями.

Как показали наши исследования, естественная убыль массы и бактериальная гниль наблюдались у всех изучаемых гибридов лука репчатого при зимне-весеннем хранении. Кроме того, на отдельных вариантах наблюдалась шейковая и донцевая гнили.

Беннито F_1. Выход товарной продукции в середине хранения составил 91,5-94,8% в зависимости от условий питания при выращивании, т.е. потери в виде убыли массы и от болезней составили за 3 месяца хранения 2,5-6,1% и 1,4-2,7% соответственно (таблица 11, рисунок 14). К концу хранения выход товарной продукции составил 86,9-89,6% за счёт возрастания естественной убыли массы (7,5-9,9%) и увеличении потерь от болезней (2,2-3,4%) при удлинении сроков хранения.

Если в середине хранения положительного влияния условий выращивания лука репчатого на его сохранность не наблюдается (потери от болезней на всех вариантах с фонами питания выше на 0,5-1,3%, чем на контроле), то к концу хранения картина меняется. На вариантах с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$, KNO_3, Циркона, Тенсо Коктейля как раздельно, так и в комплексе убыль массы сокращается на 1-2,4%, потери от болезней – на 0,3-1%, что в сумме даёт повышение выхода товарной продукции – до 87,8-89,6% против 86,9% на контроле.

По видам болезней превалируют потери от бактериальной гнили, наблюдавшейся на всех вариантах опыта, а на варианте NPK + Тенсо Коктейль, кроме того, потери (0,5%) от донцевой гнили.

Максимальный выход товарной продукции и минимальная естественная убыль массы как в середине хранения, так и в конце, выявлена на варианте выращивания $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль.

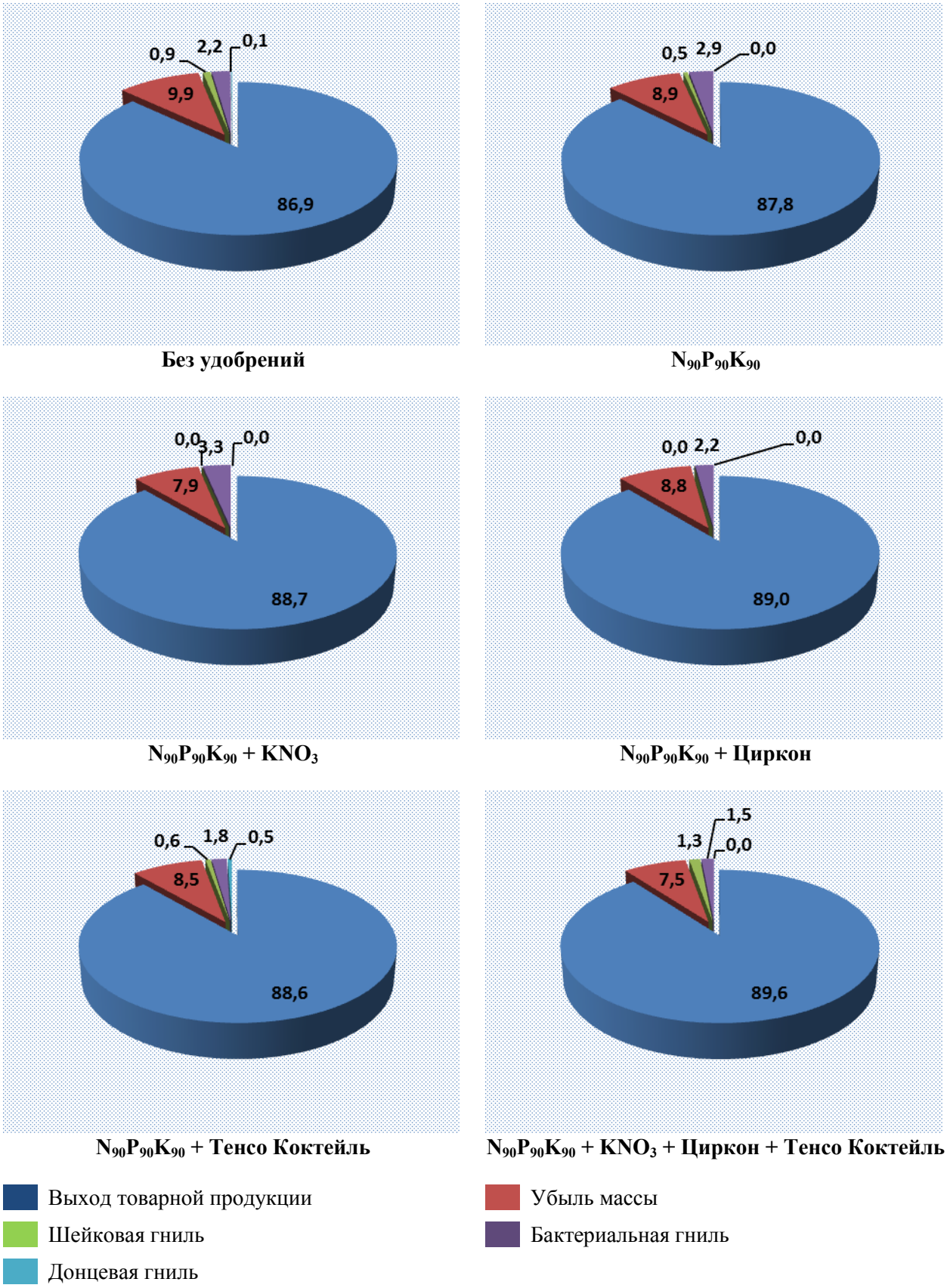


Рисунок 14 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Беннито F_1 после 7 месяцев хранения (2014-2017 годы)

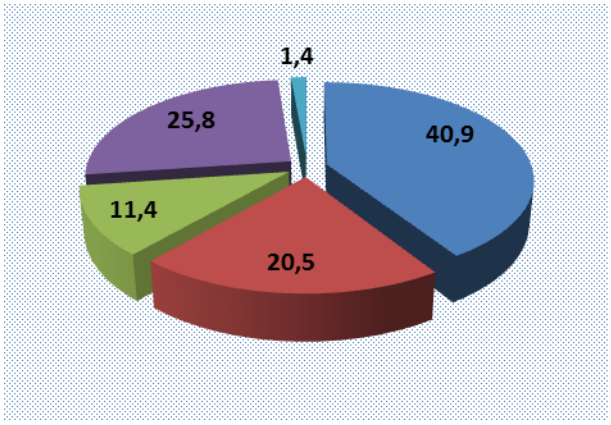
Таблица 11 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Беннито F_1 (2014-2017 годы)

Фон питания	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней			
			всего	по видам болезней		
				шейковая гниль	бактери-альная гниль	донцевая гниль
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	94,6	4,0	1,4	0,4	1,0	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	93,5	4,6	1,9	0,1	1,8	0,0
NPK + KNO_3	93,9	3,6	2,4	0,4	2,0	0,0
NPK + Циркон	93,2	4,4	2,4	0,8	1,5	0,1
NPK + Тенсо Коктейль	91,5	6,1	2,4	1,0	0,9	0,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	94,8	2,5	2,7	0,7	2,0	0,0
Среднее	**93,6**	**4,2**	**2,2**	**0,6**	**1,5**	**0,1**
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	86,9	9,9	3,2	0,9	2,2	0,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	87,8	8,9	3,4	0,5	2,9	0,0
NPK + KNO_3	88,7	7,9	3,3	0,0	3,3	0,0
NPK + Циркон	89,0	8,8	2,2	0,0	2,2	0,0
NPK + Тенсо Коктейль	88,6	8,5	2,9	0,6	1,8	0,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	89,6	7,5	2,8	1,3	1,5	0,0
Среднее	**88,4**	**8,6**	**3,0**	**0,6**	**2,3**	**0,1**
$НСР_{05}$	**1,0-1,5**	**0,8-1,5**	**0,4-0,8**	**0,5-0,9**	**0,7-1,3**	**-**

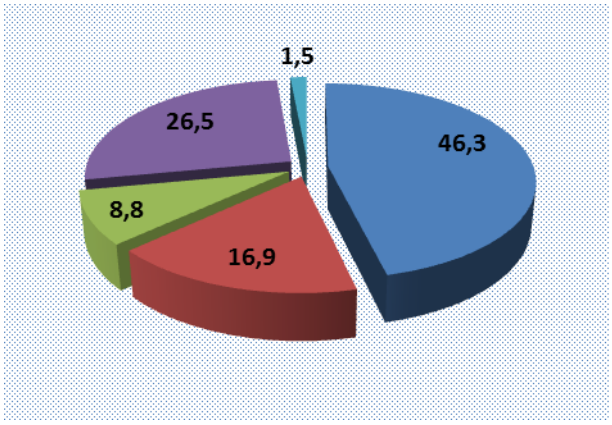
Поиск 012 F_1. Установлено существенное влияние условий выращивания на сохраняемость (таблица 12, рисунок 15). К середине хранения выход товарной продукции составил 63,8-78,4%, а к концу хранения – 40,9-52,1%. Основной вклад составили потери от болезней (17,3-27,7% в середине хранения и 29,9-38,6% в конце хранения) и естественная убыль массы (7,3-9,0% в середине и 16,7-23,7% в конце).

Применение удобрений и регуляторов роста при выращивании лука положительно сказалось на сохраняемости луковиц при хранении: в сравнении с вариантом без удобрений (контроль) выход товарной продукции на различных фонах питания увеличился в середине хранения на 7,6-14,6%, в конце хранения – на 5,2-11,2%.

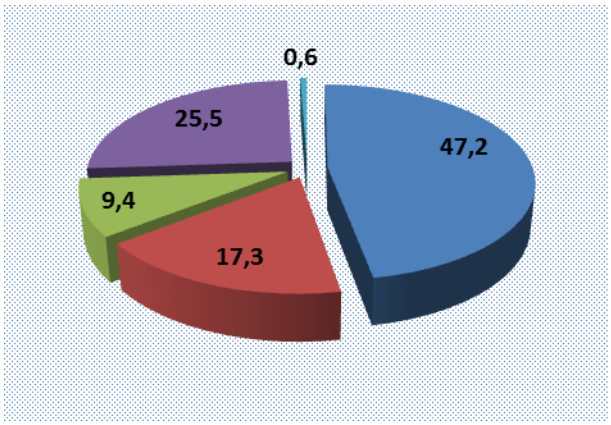
В середине хранения наибольший выход стандартной продукции (78,4%) при минимальных потерях от болезней обеспечил вариант $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3. В конце хранения лучшие результаты получены на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон – 52,1% за счёт минимальной величины убыли массы и одной из низких величин потерь от болезней, достоверно отличающийся от других вариантов опыта.



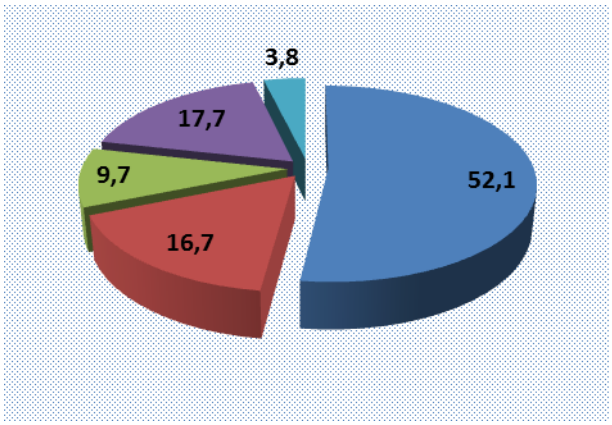
Без удобрений



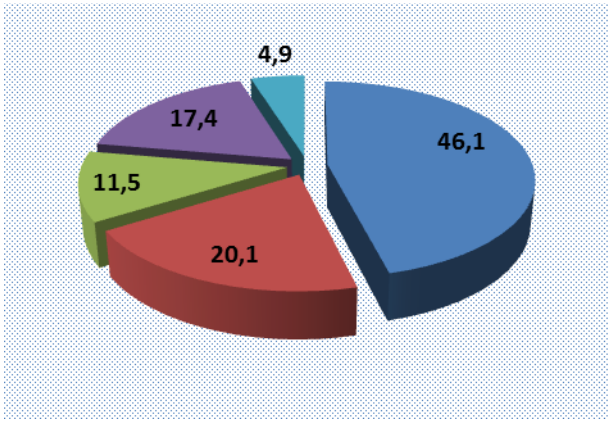
$N_{90}P_{90}K_{90}$



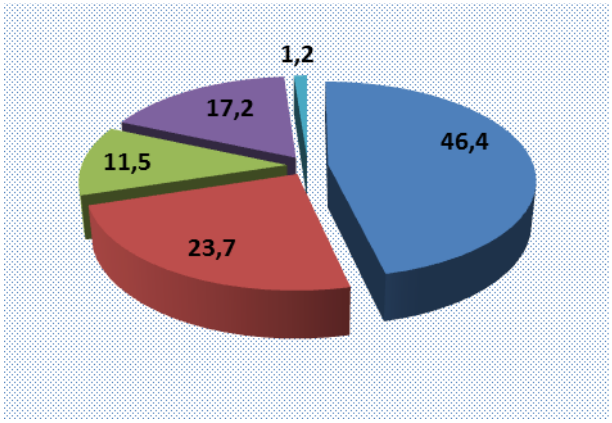
$N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3



$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон



$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль



$N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль

Выход товарной продукции
Шейковая гниль
Донцевая гниль
Убыль массы
Бактериальная гниль

Рисунок 15 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Поиск 012 F_1 после 7 месяцев хранения (2014-2017 годы)

Таблица 12 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Поиск 012 F_1 (2014-2017 годы)

Фон питания	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней			
			всего	по видам болезней		
				шейковая гниль	бактери-альная гниль	донцевая гниль
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	63,8	8,6	27,7	11,1	16,6	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	74,7	7,9	17,4	8,0	9,0	0,4
NPK + KNO_3	78,4	7,6	14,0	5,8	8,2	0,0
NPK + Циркон	75,4	7,3	17,3	6,5	10,0	0,8
NPK + Тенсо Коктейль	71,4	8,7	19,9	11,8	7,5	0,6
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	71,6	9,0	19,5	4,9	14,6	0,0
Среднее	72,6	8,2	19,3	8,0	11,0	0,30
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	40,9	20,5	38,6	11,4	25,8	1,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	46,3	16,9	36,8	8,8	26,5	1,5
NPK + KNO_3	47,2	17,3	35,5	9,4	25,5	0,6
NPK + Циркон	52,1	16,7	31,2	9,7	17,7	3,8
NPK + Тенсо Коктейль	46,1	20,1	33,8	11,5	17,4	4,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	46,4	23,7	29,9	11,5	17,2	1,2
$НСР_{05}$	**2,8-3,7**	**3,1-3,7**	**1,2-1,9**	**2,9-3,5**	**2,1-3,8**	**0,9-2,2**
Среднее по опыту	**46,5**	**19,2**	**34,3**	**10,4**	**21,7**	**2,23**

Применение подкормок вегетирующих растений лука репчатого на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ Тенсо Коктейлем как раздельно, так и в комплексе с KNO_3 и Цирконом, отрицательно сказывалось на выходе товарной продукции за счёт возрастания естественной убыли массы во все сроки наблюдений.

В видовом составе болезней преобладала бактериальная (17,2-26,5% в конце хранения) и шейковая (8,8-11,5%) гнили.

Первенец F_1. Вне зависимости от условий питания при выращивании, луковицы этого гибрида отличались лучшей сохранностью как в середине (январь), так и в конце (май) хранения (таблица 13, рисунок 16). Выход товарной продукции после 3 месяцев хранения составил 93,3-96,0%, в конце хранения (май) – 87,9-91,4% и был наибольшим из трёх изучаемых гибридов.

Применение удобрений в основное внесение и обработка калийной селитрой, Цирконом, Тенсо Коктейлем, раздельно или в комплексе, растений лука при выращивании, приводило преимущественно к уменьшению естественной убыли массы при хранении, особенно – в начальный период.

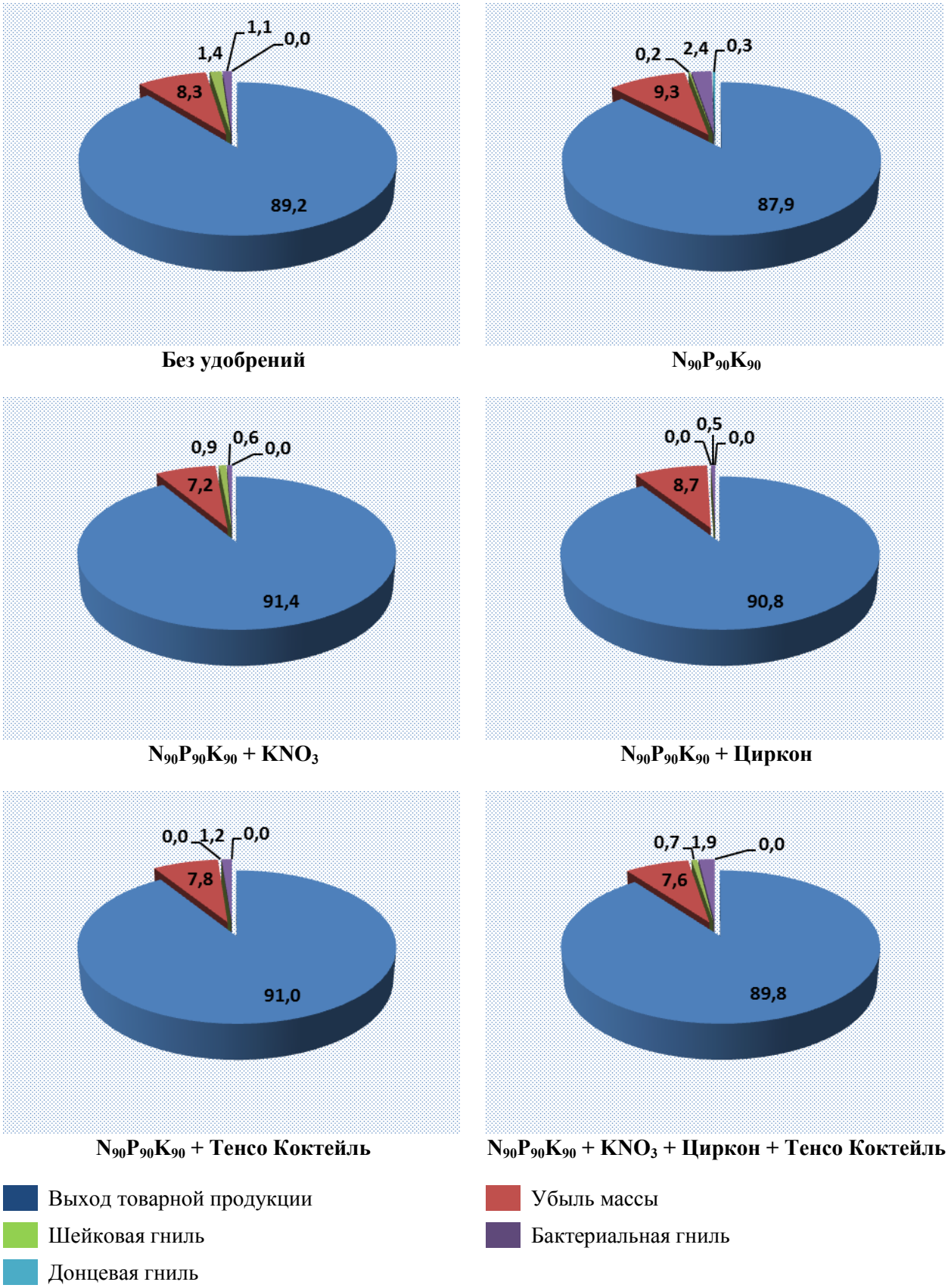


Рисунок 16 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Первенец F_1 после 7 месяцев хранения (2014-2017 годы)

Раздельная обработка растений KNO_3, Цирконом и Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ приводила к снижению потерь от болезней как в середине хранения (с 2% до 0-0,8%), так и конце (с 2,8% до 0,5-1,4%). На этих вариантах выявлен и наибольший выход стандартной продукции после трёх (95,6-96%) и семи (90,8-91,4%) месяцев хранения.

Таблица 13 – Влияние удобрений и регуляторов роста на сохранность лука репчатого Первенец F_1 (2014-2017 годы)

Фон питания	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней			
			всего	по видам болезней		
				шейковая гниль	бактериальная гниль	донцевая гниль
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	94,5	4,6	0,9	0,6	0,3	0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	94,4	3,6	2,0	0,5	1,5	0
NPK + KNO_3	96,0	3,5	0,5	0,0	0,5	0
NPK + Циркон	95,9	3,3	0,8	0,0	0,8	0
NPK + Тенсо Коктейль	95,6	4,4	0,0	0,0	0,0	0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	93,3	4,0	2,7	1,3	1,4	0
Среднее	95,0	3,9	1,2	0,4	0,8	0,00
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	89,2	8,3	2,5	1,4	1,1	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	87,9	9,3	2,8	0,2	2,4	0,3
NPK + KNO_3	91,4	7,2	1,4	0,9	0,6	0,0
NPK + Циркон	90,8	8,7	0,5	0,0	0,5	0,0
NPK + Тенсо Коктейль	91,0	7,8	1,2	0,0	1,2	0,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	89,8	7,6	2,6	0,7	1,9	0,0
$НСР_{05}$	**0,9-1,6**	**1,1-1,7**	**0,8-1,2**	**0,3-0,7**	**0,4-1,2**	**-**
Среднее по опыту	**90,0**	**8,2**	**1,8**	**0,5**	**1,3**	**0,05**

Комплексное применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль при выращивании лука стабильно увеличивало потери от болезней при его хранении (до 2,6-2,7%) из-за чего выход стандартной продукции достоверно не отличался от контроля (без удобрений).

Минимальный выход стандартной продукции (87,9%) после 7 месяцев хранения отмечен на варианте выращивания $N_{90}P_{90}K_{90}$, за счёт увеличения естественной убыли массы (до 9,3%) и потерь от болезней (до 2,8%).

В видовом составе болезней преобладала бактериальная гниль (0,8 и 1,3% в среднем по опыту). Минимальная поражаемость бактериальной гнилью при длительном хранении получена на варианте NPK + Циркон (0,5%).

Таблица 14 – Сравнительная оценка обработок растений лука репчатого на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ на сохранность луковиц в конце хранения (май), ± к фону

Обработка	Беннито F_1			Поиск 012 F_1			Первенец F_1		
	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней	Выход товарной продукции	Убыль массы	Потери от болезней
KNO_3	+0,9	-1,0	-0,1	+0,9	+0,4	-1,3	+3,5	-2,1	-1,4
Циркон	+1,2	-0,1	-1,2	+5,8	-0,2	-5,6	+2,9	-0,6	-2,3
Тенсо Коктейль	+0,8	-0,4	-0,5	-0,2	+3,2	-3,0	+3,1	-1,5	-1,6
KNO_3+Циркон+ Тенсо Коктейль	+1,8	-1,4	-0,6	+0,1	+6,8	-6,9	+1,9	-1,7	-0,2
В среднем	**+1,2**	**-0,7**	**-0,6**	**+1,7**	**+2,6**	**-4,2**	**+2,8**	**-1,5**	**-1,4**

Обработки вегетирующих растений лука калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем, раздельно или в комплексе в целом положительно влияли на выход товарной продукции после 7 месяцев хранения для трёх изучаемых гибридов (таблица 14). Обработка растений лука калийной селитрой особенно эффективна была при хранении луковиц Первенца F_1, повышая выход товарной продукции на 3,5% за счёт снижения убыли массы на 2,1% и потерь от болезней на 1,4%. Для Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 применение KNO_3 увеличивало выход товарной продукции к концу хранения только на 0,9%.

Применение Циркона на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ имело хороший эффект при хранении луковиц Поиск 012 F_1 и Первенца F_1, повышая выход товарной продукции на 5,8% и 2,9% соответственно, преимущественно за счёт снижения потерь от болезней (на 5,6 и 2,3%). Для Беннито F_1 также выявлено повышение выхода товарной продукции на 1,2%.

Обработка растений лука Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ увеличивала выход товарной продукции (на 3,1%) за счёт снижения убыли массы (на 1,5%) и потерь от болезней (на 1,6%) при хранении Первенца F_1. Для Беннито F_1 положительный эффект от применения Тенсо Коктейля составил всего 0,8% к выходу товарной продукции, а для Поиск 012 F_1 за счёт увеличения убыли массы и вовсе был отрицательным.

Комплексная обработка растений лука KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ показала наилучший результат

при хранении луковиц Беннито F_1, повышая выход товарной продукции на 1,8% преимущественно за счёт уменьшения естественной убыли массы при хранении. Для Первенца F_1 также получен положительный результат, однако он меньше, чем при раздельных обработках теми же препаратами.

В целом, применение на посевах лука калийной селитры, Циркона и Тенсо Коктейля на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$ положительно действовало на выход товарной продукции после зимне-весеннего хранения изучаемых гибридов лука, значительно сокращая потери продукции от болезней (на 0,6-4,2%) а также естественную убыль массы для Беннито F_1 и Первенца F_1.

Худшей сохранностью луковиц, вне зависимости от фонов питания и сроков хранения, обладал позднеспелый Поиск 012 F_1.

Различный уровень сохранности гибридов лука репчатого следует учитывать при определении рациональных сроков реализации продукции. Как отмечалось выше, выход товарной продукции гибридов Беннито F_1 и Первенец F_1 находился на одном уровне и был обусловлен, прежде всего, величиной убыли массы, которая к концу хранения (май) составила 7,5-9,9% и 7,2-9,3% соответственно, в зависимости от условий выращивания. Для позднеспелого гибрида Поиск 012 F_1 лимитирующим фактором являлись, прежде всего, потери от болезней, которые к концу хранения (май) достигали 29,9-38,6%, а также убыль массы (16,9-23,7%).

При зимне-весеннем хранении лука репчатого в полимерных ящиках определяющим условием установления срока реализации, как для большинства корнеплодных культур, нами принято достижение срока лёжкости при 10-процентных общих потерях за счёт убыли массы и потерь от болезней.

На рисунках 17-19 представлены криволинейные регрессии общих потерь изучаемых гибридов лука репчатого по срокам хранения. В представленных графиках наглядно установлены сроки реализации продукции лука репчатого в зависимости от генетических особенностей гибрида и условий выращивания.

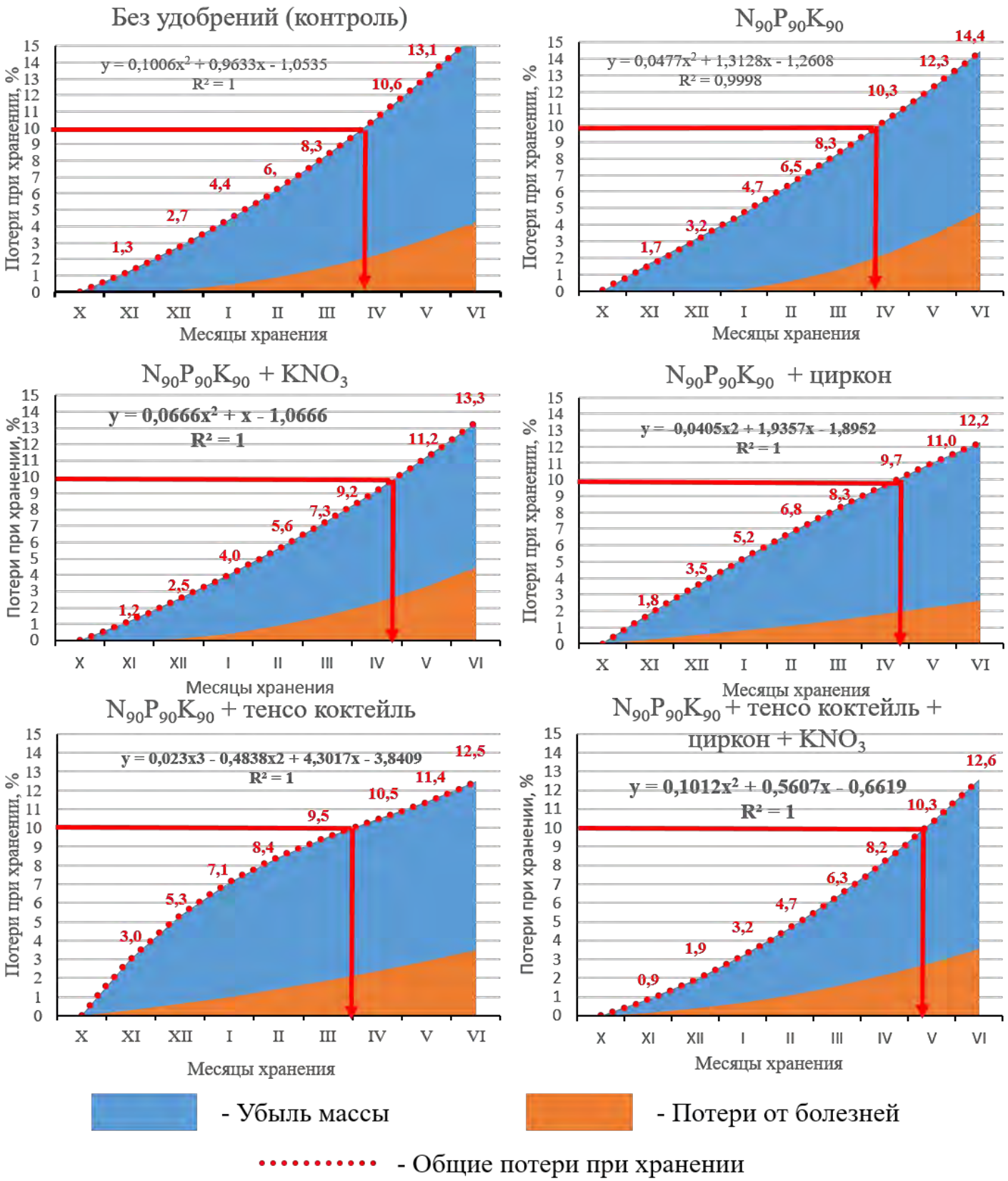


Рисунок 17 – Криволинейная регрессия общих потерь лука Беннито F_1 по срокам хранения

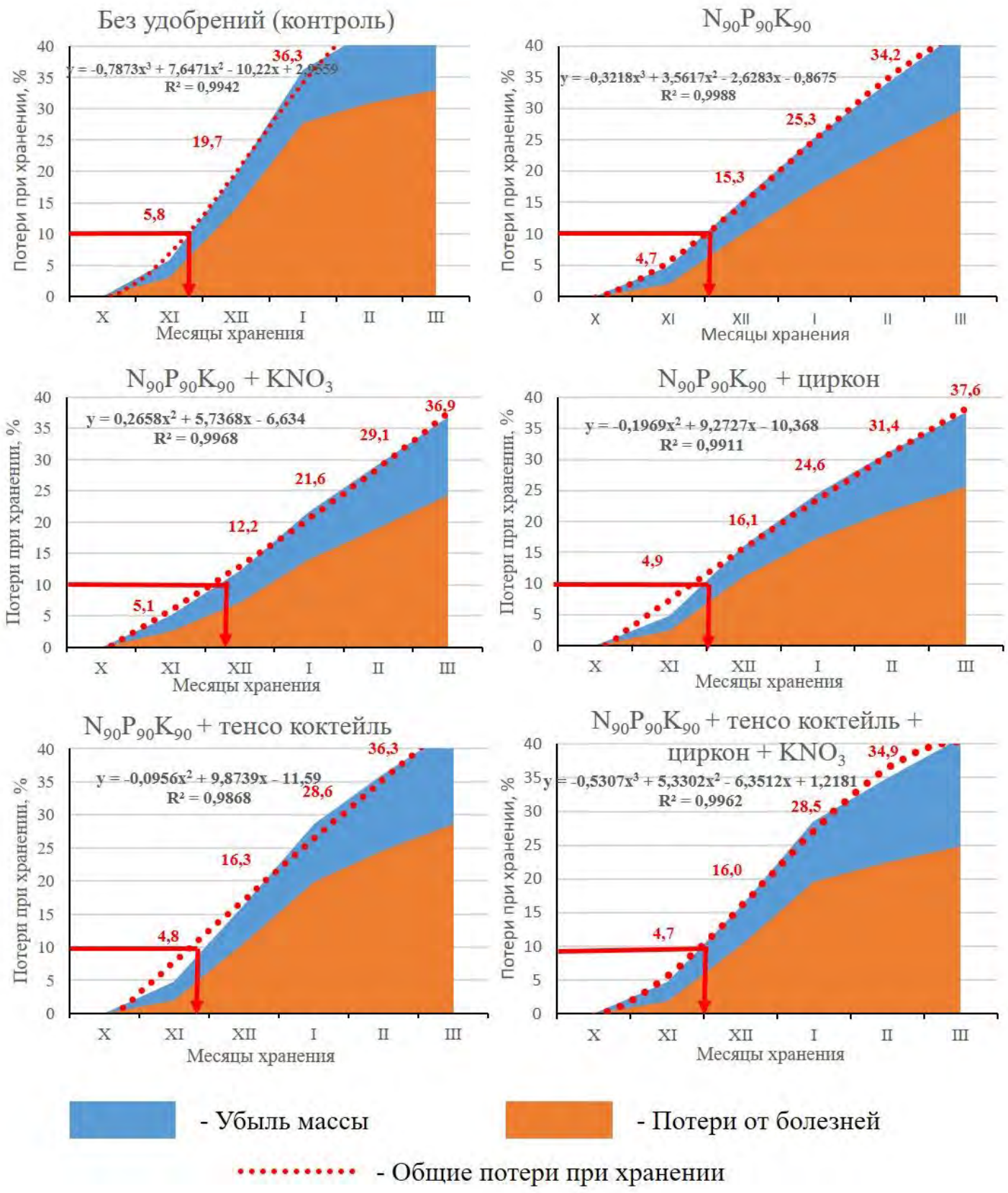


Рисунок 18 – Криволинейная регрессия общих потерь лука Поиск 012 F_1 по срокам хранения

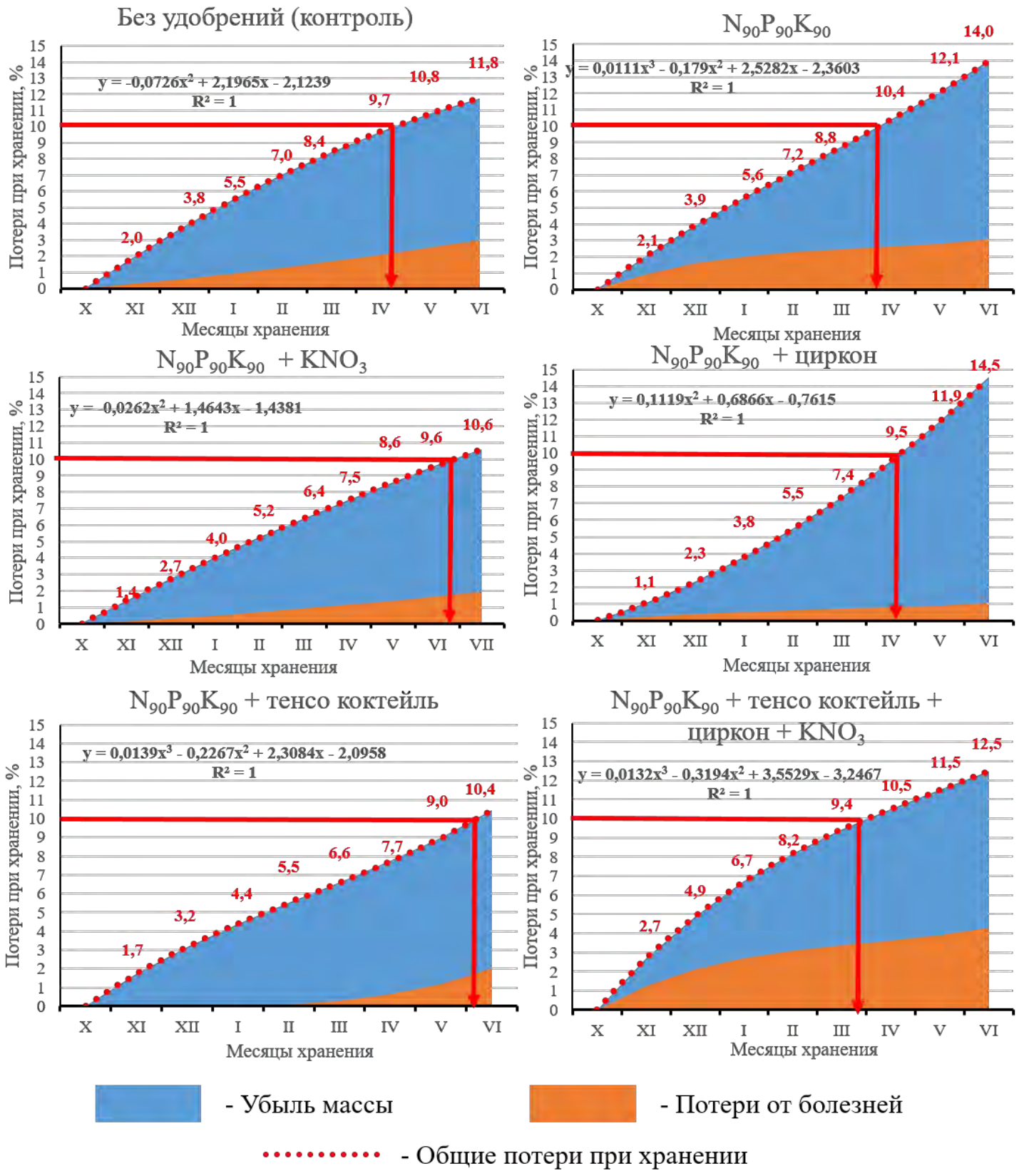


Рисунок 19 – Криволинейная регрессия общих потерь лука Первенец F_1 по срокам хранения

По уравнениям регрессии представляется возможным рассчитать величины общих потерь на определённый срок хранения (таблица 15).

Таблица 15 – Сроки лёжкости и реализации гибридов лука репчатого в зависимости от условий питания растений при выращивании

Вариант	Уравнение регрессии общих потерь по срокам хранения	Срок лёжкости, месяцев (не менее)	Срок реализации (декада/месяц)
Беннито F_1			
Без удобрений (к.)	$y = 0,1006x^2+0,9633x+1,0535$	5	I/4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$y = 0,0477x^2+1,3128x-1,2608$	5	II/4
NPK + KNO_3	$y = 0,0666x^2+x-1,0666$	5	III/4
NPK + Циркон	$y = -0,0405x^2+1,9357x-1,8952$	5	III/4
NPK + Тенсо Коктейль	$y = 0,023x^3-0,4838x^2+4,3017x-3,8409$	5	I/4
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	$y = 0,1012x^2+0,5607x-0,6619$	6	II/5
Поиск 012 F_1			
Без удобрений (к.)	$y = -0,7873x^3+7,6471x^2-10,22x+2,9559$	2	I/11
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$y = -0,3218x^3+3,5617x^2-2,6283x-0,8675$	2	III/11
NPK + KNO_3	$y = 0,2658x^2+5,7368x-6,634$	2	III/11
NPK + Циркон	$y = -0,1969x^2+9,2727x-10,368$	2	II/11
NPK + Тенсо Коктейль	$y = -0,0956x^2+9,8739x-11,59$	2	II/11
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	$y = -0,5307x^3+5,3302x^2-1,2181$	2	I/11
Первенец F_1			
Без удобрений (к.)	$y = -0,0726x^2+2,1965x-2,1239$	6	III/4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	$y = 0,0111x^3-0,179x^2+2,5282x-2,3603$	6	I/4
NPK + KNO_3	$y = -0,0262x^2+1,4643x-1,4381$	6	III/4
NPK + Циркон	$y = 0,1119x^2+0,6866x-0,7615$	6	II/4
NPK + Тенсо Коктейль	$y = 0,0139x^3-0,2267x^2+2,3084x-2,0958$	7	I/6
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	$y = 0,0132x^3-0,3194x^2+3,5529x-3,2467$	5	III/3

Таким образом, минимальные сроки лёжкости изучаемых гибридов лука репчатого составили: Первенец F_1 – 5-7 месяцев, Беннито F_1 – 5-6 месяцев, Поиск 012 F_1 – 2 месяца. Применение минеральных удобрений и обработки растений лука в период вегетации калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем в основном увеличивали срок лёжкости луковиц.

Проведенный корреляционный анализ (таблица 16) выявил некоторые тенденции показателей сохранности продукции от содержания сухого вещества, суммы сахаров, витамина С и нитратов в луковицах в период уборки.

Установлено, что сохраняемость лука в значительной степени зависит от накопления запасающих веществ – сухого вещества и сахаров.

Таблица 16 – Корреляционная зависимость сохранности продукции от биохимических показателей качества луковиц в период уборки (2014-2017 годы)

Показатели сохраняемости	Коэффициенты корреляции (± r)							
	в середине хранения (январь)				в конце хранения (май)			
	сухое вещество	сумма сахаров	витамин С	нитраты	сухое вещество	сумма сахаров	витамин С	нитраты
Беннито F_1								
Выход товарной продукции	-0,12	0,28	-0,39	0,06	0,46	0,33	-0,61	0,18
Убыль массы	-0,06	-0,05	0,54	-0,06	-0,44	0,38	0,61	0,20
Потери от болезней (всего)	0,46	-0,51	-0,34	-0,03	0,12	-0,15	0,20	-0,40
в т.ч. шейковой гнили	-0,09	0,06	0,34	0,33	-0,14	-0,38	-0,39	0,17
в т.ч. бактериальной гнили	0,56	-0,56	-0,69	-0,33	0,22	-0,28	0,25	-0,35
в т.ч. донцевой гнили	-0,12	-0,10	0,30	0,24	-0,33	-0,02	0,21	0,39
Поиск 012 F_1								
Выход товарной продукции	0,39	0,78	0,66	-0,06	0,39	0,55	-0,43	0,10
Убыль массы	-0,07	-0,41	-0,57	0,63	-0,26	-0,23	-0,34	0,73
Потери от болезней (всего)	-0,42	-0,79	-0,63	-0,02	-0,20	-0,40	-0,18	-0,70
в т.ч. шейковой гнили	0,16	-0,91	-0,90	-0,07	-0,28	-0,64	-0,67	0,72
в т.ч. бактериальной гнили	-0,71	-0,27	-0,06	0,02	-0,26	0,06	0,29	-0,82
в т.ч. донцевой гнили	0,67	-0,11	-0,27	-0,01	0,57	-0,48	-0,67	0,37
Первенец F_1								
Выход товарной продукции	0,20	0,19	0,06	0,06	0,59	0,44	-0,48	0,69
Убыль массы	0,69	0,27	-0,15	0,18	-0,75	-0,20	0,29	-0,59
Потери от болезней (всего)	-0,57	-0,34	0,01	-0,16	-0,22	-0,45	0,44	-0,49
в т.ч. шейковой гнили	-0,14	-0,22	-0,15	0,09	0,38	-0,64	0,33	0,03
в т.ч. бактериальной гнили	-0,83	-0,38	0,15	-0,34	-0,46	-0,06	0,26	-0,54
в т.ч. донцевой гнили	0	0	0	0	-0,77	-0,31	0,65	-0,91

Беннито F_1. В середине хранения (январь) обнаружена средняя положительная связь между содержанием сухого вещества в луковицах и потерями от болезней (0,46) в том числе от бактериальной гнили (0,56) и средняя отрицательная (-0,51 и -0,56 соответственно) – с содержанием сахаров.

Содержание витамина С в продукции положительно коррелировало с естественной убылью массы (0,54) и отрицательно – с потерями от бактериальной гнили (-0,69). В конце хранения (май) обнаружена средняя положительная корреляция содержания сухого вещества с выходом товарной продукции (0,46) и отрицательная – с убылью массы (-0,44). Обнаружена отри-

цательная корреляция содержания витамина С в луковицах с выходом товарной продукции (-0,61) и положительная – с убылью массы (0,61).

Содержание нитратов имело отрицательную среднюю связь с потерями от болезней (-0,40).

Поиск 012 F_1. После 3 месяцев хранения выявлена средняя отрицательная корреляция содержания сухого вещества в луковицах и потерями от бактериальной гнили (-0,71) и положительная – с потерями от донцевой гнили (0,67) и в целом отрицательная с потерями от болезней (-0,42).

Содержание сахаров положительно и тесно коррелировало с выходом товарной продукции (0,78) и отрицательно – с потерями от болезней (-0,79), в т.ч. шейковой гнили (-0,91).

Исходное содержание витамина С в луковицах имело среднюю положительную связь с выходом товарной продукции (0,66) и отрицательную – с потерями от болезней (-0,63), в т.ч. тесную связь с потерями от шейковой гнили (-0,90).

Содержание нитратов средне и положительно коррелировало с убылью массы (0,63). К концу хранения (май) степень корреляции вышеуказанных показателей (кроме нитратов) несколько уменьшалась. К концу хранения начальное содержание нитратов в луковицах тесно положительно коррелировало с убылью массы (0,73) и отрицательно – с потерями от болезней (-0,70), в т.ч. от бактериальной гнили (-0,82).

Первенец F_1. В начальный период хранения (3 месяца) обнаружена средняя положительная связь содержания сухого вещества в луковицах с убылью массы (0,69) и отрицательная – с потерями от болезней (-0,57), в том числе бактериальной гнили (-0,83). В конце хранения обнаруживается средняя положительная связь сухого вещества с выходом товарной продукции (0,59) и тесная отрицательная – с убылью массы (-0,75) и потерями от донцевой гнили (-0,77).

Содержание сахаров в луковицах средне отрицательно коррелирует с потерями от шейковой гнили (-0,64).

Содержание витамина С имеет отрицательную среднюю связь с выходом товарной продукции (-0,48) и положительную – с потерями от донцевой гнили (0,65).

Исходное содержание нитратов в луковицах положительно коррелирует с выходом товарной продукции (0,69) и отрицательно – с убылью массы (-0,59) и потерями от болезней (-0,49) и тесную связь (-0,91) с потерями от донцевой гнили при длительном (7 месяцев) хранении.

Установленная корреляция между процентом снижения содержания витамина С и выходом товарной продукции, а соответственно и с потерями от болезней вызывает особый интерес. Ряд авторов (Колесник А.А., 1956; Кретович В.Л. и др., 1973; Широков Е.П., 1978 и др.) указывали, что по динамике содержания витамина С в процессе хранения можно судить о лежкости культуры и сортов. Чем выше потери витамина С, тем меньшей лежкоспособностью отличаются плоды и овощи или их сорта.

3.6. Изменение качества лука репчатого в период зимне-весеннего хранения

В процессе хранения в овощах происходят сложные биохимические процессы, приводящие к значительным изменениям их качественных показателей. Характер этих изменений зависит от культуры, сорта, условий хранения и выращивания (Стрельникова Р.А., 1968).

Учёт качества луковиц изучаемых гибридов проводили в середине (январь) и конце (май) хранения лука репчатого по биохимическим показателям: содержание сухого вещества, сахаров, витамина С, нитратов. Результаты исследований представлены в таблицах 17-19, рисунке 20.

Беннито F_1. После 3 месяцев хранения содержание сухого вещества в луковицах, в зависимости от условий выращивания, составило 9,3-9,8%, после 7 месяцев – 8,9-9,4%. Минимальное снижение сухого вещества в процессе хранения выявлено на вариантах питания NPK + KNO_3 и NPK + Тенсо Коктейль – 0,6-0,7% в середине хранения и 1% в конце. Наибольшая убыль сухого вещества (1,5 и 1,9%) получена на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$. Обработка рас-

тений лука Цирконом на фоне NPK при выращивании способствовала уменьшению потерь сухого вещества при хранении (таблица 17).

Таблица 17 – Изменение биохимических показателей лука репчатого Беннито F_1 в процессе хранения (2014-2017 годы)

Фон питания	Сухое вещество, %	Сахара, %			Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
		сумма	моно-	ди-		
Октябрь (закладка на хранение)						
Без удобрений (к.)	10,1	6,7	2,8	3,9	4,3	57,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,8	5,7	2,5	3,2	4,4	36,7
NPK + KNO_3	10,4	6,0	2,4	3,6	5,3	56,0
NPK + Циркон	10,6	6,3	2,5	3,8	4,4	45,4
NPK + Тенсо Коктейль	10,4	5,8	2,4	3,4	4,4	55,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,6	6,0	2,4	3,6	5,1	50,7
Среднее по опыту	**10,5**	**6,1**	**2,7**	**3,4**	**4,7**	**50,3**
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	9,5	5,2	3,5	1,7	4,1	48,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,3	5,8	3,6	2,2	3,8	43,9
NPK + KNO_3	9,8	5,3	2,4	2,9	4,8	55,4
NPK + Циркон	9,5	5,2	3,3	1,9	4,5	61,2
NPK + Тенсо Коктейль	9,7	5,6	3,5	2,1	4,3	51,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	9,6	5,2	3,7	1,5	3,8	62,3
$НСР_{05}$	**0,2-0,4**	**-**	**-**	**-**	**-**	**4,8-6,7**
Среднее по опыту	**9,6**	**5,4**	**3,3**	**2,1**	**4,2**	**53,8**
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	8,9	4,5	3,0	1,4	4,1	59,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,9	5,0	3,2	1,7	3,5	52,1
NPK + KNO_3	9,4	4,9	3,0	1,9	3,6	57,2
NPK + Циркон	9,1	4,7	3,0	1,6	4,2	48,7
NPK + Тенсо Коктейль	9,4	5,1	3,3	1,8	4,0	58,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	9,4	4,3	3,0	1,2	3,5	55,6
$НСР_{05}$	**0,3-0,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5,1-6,4**
Среднее по опыту	**9,2**	**4,8**	**3,1**	**1,6**	**3,8**	**55,1**

Содержание суммы сахаров уменьшилось за 3 месяца хранения на 0,2-1,5%, за 7 месяцев – на 0,7-2,2%. Максимальная убыль сахаров при трёх- и семимесячном хранении отмечена на контроле; минимальная – на вариантах с внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ и NPK + Тенсо Коктейль (до 0,7%). Раздельная обработка вегетирующих растений лука калийной селитрой, Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, а также комплексная обработка NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль увеличивали потери суммы сахаров при хранении. В процессе хранения луковиц содержание моносахаров увеличивалось (на 0,7-1,3% в сере-

дине хранения и на 0,2-0,9% в конце), а содержание дисахаров уменьшалось (на 1-2,2% в середине и на 0,5-2,5% в конце хранения).

Потери витамина С при хранении достигали 0,1-1,3 мг% после 3 месяцев хранения и 0,2-1,7 мг% после 8 месяцев. Применение Циркона на фоне NPK минимизировало убыль витамина С при хранении. В противоположность, обработка растений в процессе роста калийной селитрой на фоне основного внесения NPK, а также в комплексе с Цирконом и Тенсо Коктейлем, повышало потери витамина С к концу хранения на 1,6-1,7%.

Содержание нитратов в середине хранения составило 43,9-62,3 мг/кг, в конце хранения – 48,7-59,2 мг/кг сырой массы. При этом к концу хранения содержание нитратов в луковицах увеличилось на всех вариантах опыта на 1,5-15,4 мг/кг, что связано с процессами прорастания луковиц.

Поиск 012 F_1. Отличался меньшим содержанием сухого вещества и сахаров во все сроки наблюдений, что отрицательно сказалось на сохранности продукции. После 3 месяцев хранения содержание сухого вещества в луковицах снизилось на 0,3-0,8%, после 7 месяцев – на 0,6-1,4%. К концу хранения содержание сухого вещества составило 7,2-7,3% на вариантах с комплексным применением калийной селитры, Циркона, Тенсо Коктейля на фоне NPK против 7,0% сухого вещества при внесении только $N_{90}P_{90}K_{90}$ (таблица 18).

Содержание суммы сахаров к середине хранения снизилось на 0,2-1%, к концу хранения – на 0,6-1,4%. Максимальное содержание суммы сахаров (3,81%) в луковицах обеспечил вариант с подкормкой растений лука калийной селитрой на фоне NPK; применение Циркона и Тенсо Коктейля на фоне основного внесения NPK, как раздельно, так и в комплексе, способствовало сохранению суммы сахаров в луковицах после 3 и 7 месяцев хранения.

Содержание витамина С в луковицах при хранении уменьшалось: на 0,2-1 мг% к середине хранения и на 0,2-1,7% к концу, составив 4,1-4,9 мг% и 3,2-4,9 мг% соответственно. Минимальная убыль витамина С во все сроки учёта обнаружена на варианте NPK + Тенсо Коктейль и контроле. Примене-

ние NPK, а также обработки растений лука калийной селитрой, Цирконом и в комплексе NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль увеличивали потери витамина С при хранении продукции, несмотря на большее содержание его при хранении.

Таблица 18 – Изменение биохимических показателей качества лука репчатого Поиск 012 F_1 в процессе хранения (2014-2017 годы)

Фон питания	Сухое вещество, %	Сахара, %			Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
		сумма	моно-	ди-		
Октябрь (закладка на хранение)						
Без удобрений (к.)	7,7	4,2	3,2	1,0	4,4	58,1
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,4	5,0	3,4	1,6	4,9	47,6
NPK + KNO_3	7,9	5,0	3,3	1,7	5,2	66,9
NPK + Циркон	8,1	4,8	3,2	1,6	5,9	67,5
NPK + Тенсо Коктейль	8,4	4,5	3,2	1,3	4,2	100,3
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	8,0	5,0	3,2	1,8	4,9	104,9
Среднее по опыту	**8,1**	**4,8**	**3,3**	**1,5**	**4,9**	**74,2**
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	7,4	4,0	3,1	0,9	4,2	59,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	7,8	4,0	3,1	0,9	4,3	52,9
NPK + KNO_3	7,5	4,4	3,1	1,3	4,9	74,3
NPK + Циркон	7,3	4,5	3,1	1,4	4,9	78,2
NPK + Тенсо Коктейль	8,0	4,3	3,6	0,7	4,1	82,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	7,4	4,2	3,2	1,0	4,2	92,9
$НСР_{05}$	**0,5-0,9**	**-**	**-**	**-**	**-**	**5,8-7,2**
Среднее по опыту	**7,6**	**4,2**	**3,2**	**1,0**	**4,4**	**73,3**
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	6,8	3,8	2,9	0,9	4,0	57,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	7,0	3,6	3,1	0,5	3,7	62,1
NPK + KNO_3	7,3	4,1	3,1	1,0	3,6	76,4
NPK + Циркон	7,2	3,8	3,4	0,4	4,9	77,4
NPK + Тенсо Коктейль	7,3	3,9	3,2	0,7	4,0	79,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	7,3	3,9	2,7	1,2	3,2	92,1
$НСР_{05}$	**0,2-0,5**	**-**	**-**	**-**	**-**	**6,1-8,6**
Среднее по опыту	**7,2**	**3,9**	**3,1**	**0,8**	**3,9**	**74,1**

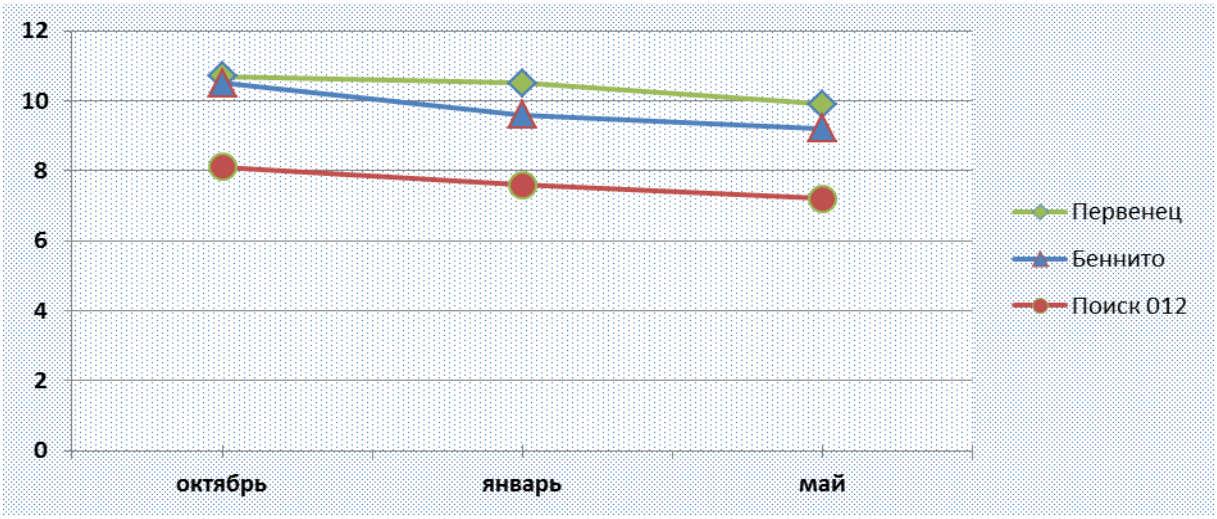
Содержание нитратов в луковицах в середине и конце хранения составило 52,9-92,9 мг/кг и 57,3-92,1 мг/кг сырой массы соответственно. Применение Тенсо Коктейля на фоне NPK, раздельно или в комплексе с калийной селитрой и Цирконом приводило к снижению нитратов в луковицах при хранении относительно исходного содержания, в противоположность другим

вариантам, где количество нитратов в луковицах после 3 и 7 месяцев хранения увеличивалось относительно исходного содержания.

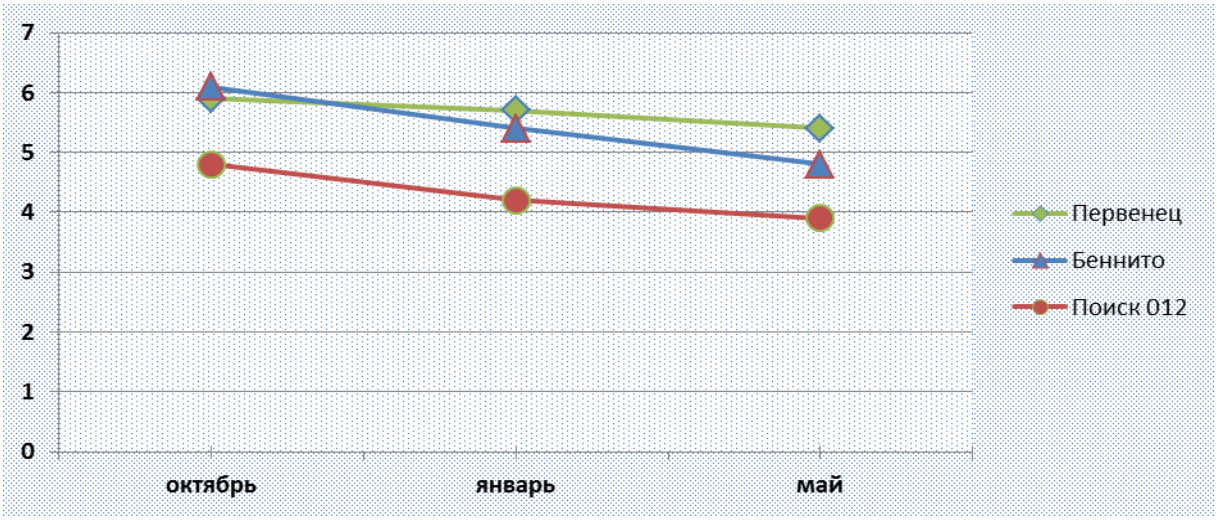
Первенец F_1. Отличался наибольшим содержанием сухого вещества в луковицах после 3 и 7 месяцев хранения – 9,9-12,4% и 9,8-10,2% (таблица 19). К концу хранения (май) содержание сухого вещества в продукции снизилось на вариантах выращивания без удобрений, с применением калийной селитры и Тенсо Коктейля на фоне NPK, как раздельно, так и в комплексе – на 0,7-2,6%. На варианте питания с внесением NPK, а также с обработкой Цирконом на фоне NPK, содержание сухого вещества к концу хранения осталось примерно на исходном уровне.

Таблица 19 – Изменение биохимических показателей качества лука репчатого Первенец F_1 в процессе хранения (2014-2017 годы)

Фон питания	Сухое вещество, %	Сахара, %			Витамин С, мг%	Нитраты, мг/кг
		сумма	моно-	ди-		
Октябрь (закладка на хранение)						
Без удобрений (к.)	11,2	5,1	2,1	2,9	4,9	59,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,6	5,3	2,4	2,9	6,2	25,0
NPK + KNO_3	11,0	5,2	2,0	3,2	5,5	57,0
NPK + Циркон	10,2	6,1	2,2	3,8	3,0	73,0
NPK + Тенсо Коктейль	11,5	7,7	2,0	5,5	3,2	68,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,7	6,1	2,3	3,7	2,8	77,0
Среднее по опыту	**10,7**	**5,9**	**2,2**	**3,7**	**4,3**	**59,8**
Январь (середина хранения)						
Без удобрений (к.)	9,9	6,3	3,5	2,6	2,4	24
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,3	5,7	3,4	2,2	2,4	31
NPK + KNO_3	9,9	5,4	3,4	1,9	4,9	26
NPK + Циркон	12,4	6,4	3,6	2,7	3,2	31
NPK + Тенсо Коктейль	10,0	4,9	3,3	1,6	4,3	39
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,5	5,4	3,4	1,9	4,3	25
$НСР_{05}$	**0,4-0,7**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3,7-5.2**
Среднее по опыту	**10,5**	**5,7**	**3,4**	**2,2**	**3,6**	**29,3**
Май (конец хранения)						
Без удобрений (к.)	10,2	5,6	3,5	2,0	2,9	23
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,8	5,7	3,5	2,1	3,4	26
NPK + KNO_3	10,0	5,9	3,7	2,1	5,6	20
NPK + Циркон	10,2	5,6	2,2	3,2	2,7	29
NPK + Тенсо Коктейль	8,9	4,8	2,9	1,8	4,0	69
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,0	4,8	3,4	1,3	4,1	74
$НСР_{05}$	**0,6-0,8**	**-**	**-**	**-**	**-**	**6,6-8,1**
Среднее по опыту	**9,9**	**5,4**	**3,2**	**2,1**	**3,8**	**40,2**



Сухое вещество, %



Сумма сахаров, %

Витамин С, мг%

Рисунок 20 – Изменение биохимических показателей качества продукции при зимне-весеннем хранении (2014-2017 годы, в среднем по гибриду)

Заметное уменьшение суммы сахаров при хранении во все сроки учёта получено на вариантах выращивания с применением Тенсо Коктейля (особенно – при отдельной обработке) на фоне NPK, за счёт снижения дисахаров в луковицах – до 1,8-3,9% в середине хранения и до 2,4-3,7% в конце.

Содержание витамина С к концу хранения снизилось (на 0,3-2,8 мг% от начального содержания) на вариантах выращивания лука: без удобрений, NPK, NPK + Циркон.

Содержание нитратов в луковицах в середине хранения составило 24-39 мг/кг, в конце – 20-69 мг/кг сырой массы. Минимальное содержание нитратов в продукции отмечено на варианте без удобрений, а максимальное – с применением Тенсо Коктейля на фоне основного внесения NPK.

Обобщая следует отметить, что на протяжении всего периода хранения лука репчатого отечественный гибрид Поиск 012 F_1 уступал по таким биохимическим показателям, как содержание сухого вещества и сахаров, зарубежному гибриду Беннито F_1 (рисунок 20).

3.7. Потребление, вынос и коэффициенты использования питательных веществ луком репчатым в однолетней культуре

Потребность сельскохозяйственных растений в основных питательных веществах можно охарактеризовать тем количеством азота, фосфора и калия, которое они потребили и вынесли из почвы вместе с товарной частью урожая. Потребление питательных веществ на создание единицы урожая подвержено колебаниям в зависимости от почвенных и климатических условий выращивания, применяемой агротехники, особенностей культуры, удобрений и т.д.

Установление величин потребления и выноса питательных веществ необходимо для планирования научно-обоснованной системы удобрения, расчёта доз на планируемую урожайность, поддержания бездефицитного баланса питательных веществ в почве. Сопоставление выноса питательных веществ урожаем культуры, убираемым с поля, с их количеством в составе внесённых удобрений позволяет представить степень восполнения расхода от-

дельных питательных веществ из почвы, т.е. получить хозяйственный баланс питательных веществ. Указанные статьи баланса имеют наибольший удельный вес в структуре потерь и возврате элементов питания.

При оценке складывающегося баланса питательных веществ в севообороте или отдельных его звеньях нужно учитывать уровень потенциального почвенного плодородия, состав возделываемых культур, степень усвоения растениями внесённых с удобрениями питательных веществ и другие факторы.

На малогумусированных почвах лёгкого механического состава необходимо стремиться к превышению не менее чем на 15-20% прихода азота с удобрениями над его выносом, а на богатых органическим веществом почвах допустим небольшой дефицит азота (10-20%). Баланс по фосфору должен быть положительным. Баланс по калию на тяжёлых почвах, богатых калием, может иметь дефицит 10-30%, а на лёгких почвах дефицит калия недопустим (Дёмин В.А., 1981; Муравин Э.А. и др., 2009).

При разработке системы удобрения в севообороте должно быть предусмотрено разумное использование естественного плодородия почвы, а при более высоком уровне химизации земледелия не только его восстановление, но и расширенное воспроизводство.

Нами впервые в условиях аллювиальных луговых почв Нечернозёмной зоны получены экспериментальные данные по потреблению и выносу питательных веществ новыми гибридами лука репчатого, коэффициентами их использования из почвы и удобрений, рассчитан хозяйственный баланс питательных веществ в почве.

Химический состав растений лука репчатого

Беннито F_1. Изучение химического состава растений лука репчатого (таблица 20) показало, что к фазе массового полегания листьев луковицы накопили, в зависимости от фона питания, 2,56-2,90% азота, 1,10-1,38% фосфора и 3,10-3,55% калия, а листья – 2,46-2,70%, 0,54-0,70% и 2,74-3,11% соответственно.

Таблица 20 – Химический состав растений гибридов лука репчатого (2015-2016 годы)

Фон питания	Луковицы – основная продукция				Листья – побочная продукция				Доля основной продукции
	Сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	Сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	
	%	% в сухом веществе			%	% в сухом веществе			
Беннито F_1									
Без удобрений (к.)	10,1	2,56	1,10	3,10	7,2	2,46	0,54	2,74	0,84
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,8	2,64	1,23	3,25	7,5	2,55	0,66	3,01	0,80
NPK + KNO_3	10,4	2,73	1,29	3,31	7,4	2,59	0,60	3,06	0,83
NPK + Циркон	10,6	2,81	1,36	3,40	7,4	2,66	0,64	3,11	0,80
NPK + Тенсо Коктейль	10,4	2,78	1,32	3,53	7,2	2,63	0,70	3,09	0,82
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,6	2,90	1,38	3,55	7,3	2,70	0,68	3,07	0,83
Среднее по NPK	**10,6**	**2,77**	**1,32**	**3,41**	**7,4**	**2,63**	**0,66**	**3,07**	**0,82**
Поиск 012 F_1									
Без удобрений (к.)	7,7	3,42	1,20	4,10	5,9	2,57	0,37	2,24	0,76
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,4	3,58	1,33	4,33	6,3	2,66	0,43	2,51	0,77
NPK + KNO_3	7,9	3,69	1,39	4,41	6,4	2,72	0,40	2,56	0,75
NPK + Циркон	8,1	3,84	1,46	4,52	6,3	2,80	0,42	2,61	0,75
NPK + Тенсо Коктейль	8,4	3,62	1,32	4,48	6,4	2,76	0,45	2,49	0,77
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	8,0	3,81	1,38	4,56	6,2	2,87	0,44	2,57	0,76
Среднее по NPK	**8,2**	**3,71**	**1,38**	**4,46**	**6,3**	**2,76**	**0,43**	**2,55**	**0,76**
Первенец F_1									
Без удобрений (к.)	11,2	2,99	1,14	3,80	6,6	2,12	0,56	1,89	0,76
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,6	3,12	1,20	3,94	6,5	2,21	0,64	2,04	0,74
NPK + KNO_3	11,0	3,05	1,26	3,87	6,7	2,26	0,66	2,08	0,73
NPK + Циркон	10,2	3,10	1,30	4,00	6,4	2,19	0,71	2,10	0,75
NPK + Тенсо Коктейль	11,5	3,03	1,37	4,03	6,5	2,29	0,65	2,05	0,78
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,7	3,08	1,33	3,95	6,5	2,32	0,65	2,15	0,73
Среднее по NPK	**10,6**	**3,08**	**1,29**	**3,96**	**6,5**	**2,25**	**0,66**	**2,08**	**0,75**

Минимальное содержание питательных веществ в основной и побочной продукции отмечено на варианте без удобрений. Применение в основное внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ повышало концентрацию азота, фосфора и калия в луковицах и листьях. Внекорневые обработки растений лука в фазу начала образования луковицы калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем также увеличивали накопление N, P_2O_5 и K_2O в продукции; максимальное количество в луковицах обнаружено на варианте NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль – 2,90% N, 1,38% P_2O_5 и 3,55% K_2O.

Поиск 012 F_1. Отличался максимальным содержанием азота (3,42-3,84%), фосфора (1,20-1,46%) и калия (4,10-4,56%) в луковицах. Применение минеральных удобрений, а также обработки растений KNO_3, Цирконом и Тенсо Коктейлем дало повышение содержания азота, фосфора и калия в основной и побочной продукции. Максимальное содержание N, P_2O_5 и K_2O в луковицах и листьях получено на вариантах с обработкой растений Цирконом на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Первенец F_1. В фазу массового полегания листьев луковицы гибрида накопили 2,99-3,12% N, 1,14-1,37% P_2O_5 и 3,80-4,03% K_2O; листья – 2,12-2,29% N, 0,56-0,71% P_2O_5 и 1,89-2,15% K_2O. Применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ повышало концентрацию питательных веществ в луковицах и листьях. Максимальное содержание азота (3,03-3,10%), фосфора (1,30-1,37% и калия (3,95-4,03%) в основной продукции отмечено на вариантах с применением Циркона и Тенсо Коктейля.

Потребление и вынос питательных веществ

Беннито F_1. На создание 10 т урожая основной продукции с учётом соответствующего количества побочной, растения потребляли, в зависимости от фонов питания, 28,7-34,1 кг N, 11,7-15,5 кг P_2O_5 и 34,5-41,4 кг K_2O (таблица 21). Минимальное потребление питательных веществ наблюдалось на варианте без удобрений, максимальное – на варианте с комплексным применением калийной селитры, Циркона и Тенсо Коктейля на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$. Обра-

ботки растений лука Цирконом и Тенсо Коктейлем (раздельно) также увеличивали потребление питательных веществ.

С учётом полученной урожайности, общий вынос питательных веществ достигал 106,8-163,0 кг/га азота, 43,9-74,1 кг/га фосфора и 128,2-198,5 кг/га калия. Применение удобрений и внекорневые обработки вегетирующих растений лука повышали общий вынос как за счёт увеличения урожайности и содержания сухого вещества, так и за счёт повышения концентрации питательных веществ в основной и побочной продукции.

Процентное соотношение питательных веществ было близко между вариантами опыта; на варианте без удобрений составило 38,3:15,7:46,0, а на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ 37,5:16,6:45,9 соответственно N, P_2O_5 и K_2O.

Поиск 012 F_1. На создание 10 т урожая растения гибрида потребляли 30-35,5 кг N, 9,8-12,5 кг P_2O_5 и 34,7-41,3 кг K_2O. Гибрид потреблял меньше фосфора, а по азоту и калию потребление было близко к гибриду Беннито F_1. Внесение минеральных удобрений и внекорневые обработки растений калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем, раздельно и в комплексе, увеличивали потребление питательных веществ на создание 10 т продукции. Несмотря на повышенное содержание азота и калия в луковицах, потребление питательных веществ оказалось на уровне гибрида Беннито F_1, что объясняется низким содержанием сухого вещества в луковицах.

Высокая урожайность Поиск 012 F_1 обусловила максимальный общий вынос питательных веществ с урожаем, достигавший 207-208 кг/га N, 70-73 кг/га P_2O_5 и 238-241 кг/га K_2O на вариантах с применением Циркона. Минимальный общий вынос наблюдался на контроле – 157 кг/га азота, 51 кг/га фосфора и 182 кг/га калия.

Процентное соотношение питательных веществ было по фонам питания на близком уровне: 39,6-40,2% N, 13,1-14,1% P_2O_5 и 45,9-47,2% K_2O.

Таблица 21 – Потребление и вынос питательных веществ из почвы гибридами лука репчатого (2015-2016 годы)

Фон питания	Потребление на 10 т основной продукции с учётом побочной, кг			Общий вынос с урожаем, кг/га			Соотношение питательных веществ, %		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Беннито F_1									
Без удобрений (к.)	28,7	11,7	34,5	106,8	43,6	128,2	38,3	15,7	46,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	32,3	14,3	39,6	133,6	59,0	163,5	37,5	16,6	45,9
NPK + KNO_3	31,7	14,2	38,3	139,6	62,5	169,0	37,6	16,8	45,5
NPK + Циркон	33,7	15,4	40,7	157,1	71,6	189,6	37,6	17,1	45,3
NPK + Тенсо Коктейль	32,3	14,6	40,7	151,7	68,6	191,0	36,9	16,7	46,4
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	34,1	15,5	41,4	163,3	74,1	198,5	37,5	17,0	45,5
Среднее по NPK	**32,8**	**14,8**	**40,1**	**149,1**	**67,2**	**182,3**	**37,4**	**16,8**	**45,7**
Поиск 012 F_1									
Без удобрений (к.)	30,0	9,8	34,7	157,1	51,2	182,0	40,2	13,1	46,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	33,9	11,8	40,0	181,5	63,1	214,0	39,6	13,8	46,7
NPK + KNO_3	33,5	11,6	38,9	197,0	68,3	228,9	39,9	13,8	46,3
NPK + Циркон	35,5	12,5	40,7	207,8	73,1	238,2	40,0	14,1	45,9
NPK + Тенсо Коктейль	34,5	11,8	41,3	190,3	64,9	228,0	39,4	13,4	47,2
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	34,8	11,7	40,3	208,2	70,1	241,4	40,1	13,5	46,5
Среднее по NPK	**34,4**	**11,9**	**40,2**	**197,0**	**67,9**	**230,1**	**39,8**	**13,7**	**46,5**
Первенец F_1									
Без удобрений (к.)	36,8	13,7	45,6	147,0	54,5	181,8	38,4	14,2	47,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	33,7	12,6	41,3	124,0	46,4	151,9	38,5	14,4	47,1
NPK + KNO_3	37,6	15,1	46,3	145,3	58,1	178,8	38,0	15,2	46,8
NPK + Циркон	35,1	14,4	44,2	158,4	64,9	199,2	37,5	15,4	47,1
NPK + Тенсо Коктейль	38,1	16,7	49,3	163,5	71,6	211,4	36,6	16,0	47,3
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	37,0	15,4	46,0	154,0	63,9	191,5	37,6	15,6	46,8
Среднее по NPK	**36,3**	**14,8**	**45,4**	**149,0**	**61,0**	**186,6**	**37,6**	**15,3**	**47,0**

Первенец F_1. Потребление на 10 т продукции по вариантам опыта находилось в пределах 33,7-38,1 кг/га по азоту, 12,6-16,7 кг/га по фосфору и 41,3-49,3 кг/га по калию. Гибрид отличался от предыдущих повышенным потреблением калия – в среднем по вариантам с основным внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 45,4 кг/га. Минимальные величины потребления, в отличие от других гибридов, получены на варианте основного внесения минеральных удобрений, что связано с уменьшением содержания сухого вещества. Наибольшее потребление питательных веществ получено на варианте с применением Тенсо Коктейля на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$: N – 38,1 кг/10 т, P_2O_5 – 16,7 кг/10 т, K_2O – 49,3 кг/10 т.

Общий вынос питательных веществ составил от 124,0 до 163,5 кг/га азота, от 46,4 до 71,6 кг/га фосфора и от 151,9 до 211,4 кг/га калия. Максимальные величины общего выноса получены на варианте с внекорневой обработкой растений Тенсо Коктейлем на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$.

Соотношение питательных веществ между вариантами опыта мало незначительно разнилось. На варианте без удобрений оно составило 38,4:14,2:47,4, а на варианте NPK + Тенсо Коктейль 36,6:16,0:47,3.

В итоге, среднее по вариантам с основным внесением $N_{90}P_{90}K_{90}$ потребление питательных веществ (кг) на создание 10 т основной продукции с учётом соответствующего количества побочной, составило для Беннито F_1 азота 32,8, фосфора 14,8, калия 40,1; для Поиск 012 F_1 34,4, 11,9, 40,2; для Первенец F_1 36,3, 14,8, 45,4 соответственно азота, фосфора и калия, что в общем согласуется с литературными данными (Дёмин В.А., 1981; Гиль Л.С. и др., 2007 и др.) Среднеспелый гибрид Первенец F_1 потреблял больше азота и калия в сравнении с другими, а позднеспелый Поиск 012 F_1 меньше фосфора.

Баланс питательных веществ

Беннито F_1. Хозяйственный баланс (таблица 22) питательных веществ на варианте без удобрений был отрицателен по всем элементам. По азоту дефицит составил 96 кг/га, по фосфору 41, по калию 116 кг/га. Применение дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$ привело к уменьшению отрицательного баланса по азоту и ка-

лию. В процентах от выноса баланс составил 67% по азоту, 152% по фосфору и 55% по калию. Применение внекорневых обработок растений лука калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем увеличивали дефицит по азоту и калию. На варианте с комплексным применением NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль баланс составил 55% по азоту, 121% по фосфору и 45% по калию. По всем вариантам с NPK баланс по фосфору положителен (22…35 кг/га или 121…152% от выноса).

Поиск 012 F_1. Сильный отрицательный баланс на варианте без удобрений: 138 кг/га по азоту, 48 по фосфору и 165 кг/га по калию. Внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ уменьшало отрицательный баланс по азоту и калию: -70 кг/га N, +30 кг/га P_2O_5 и -104 кг/га K_2O. Из удобренных вариантов, наибольший отрицательный баланс по азоту и калию получен при применении Циркона на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$, раздельно и в комплексе, и минимальный положительный баланс по фосфору. В % от выноса составил 43% по азоту, 123-128% по фосфору и 37% по калию. По фосфору на всех вариантах с основным внесением NPK получен положительный баланс в размере 20…30 кг/га (123…142% от выноса).

Первенец F_1. Сопоставимый с Поиск 012 F_1, сильный отрицательный баланс получен на варианте без удобрений: -133 кг/га N, -50 кг/га P_2O_5 и -169 кг/га K_2O. Использование в основное внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ уменьшало отрицательный баланс по азоту до -20 кг/га, а по калию до -49 кг/га. По фосфору получен положительный баланс на всех вариантах с основным внесением NPK (22…47 кг/га или 125…194% от выноса). Внекорневые обработки растений калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем повышали отрицательный баланс по азоту и калию в связи с увеличением урожайности и повышению концентрации питательных веществ в луковицах, особенно на варианте NPK + Тенсо Коктейль.

Таблица 22 – Хозяйственный баланс питательных веществ при выращивании гибридов лука репчатого

Фон питания	Внесено с удобрениями, кг/га			Вынесено с урожаем основной продукции, кг/га			Баланс питательных веществ, кг/га			Баланс питательных веществ, % выноса		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Беннито F_1												
Без удобрений (к.)	0	0	0	96,3	41,3	116,5	-96,3	-41,3	-116,5	0,0	0,0	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	90	90	90	117,8	54,9	144,9	-27,8	35,1	-54,9	67,4	152,7	55,0
NPK + KNO_3	90	90	90	125,2	59,2	152,0	-35,2	30,8	-62,0	64,5	144,0	53,3
NPK + Циркон	90	90	90	138,8	67,2	168,2	-48,8	22,8	-78,2	57,3	125,7	47,5
NPK + Тенсо Коктейль	90	90	90	135,7	64,4	172,2	-45,7	25,6	-82,2	59,3	131,1	47,1
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	90	90	90	147,2	70,1	180,2	-57,2	19,9	-90,2	55,1	121,4	45,3
Среднее по NPK	**90,0**	**90,0**	**90,0**	**132,9**	**63,2**	**163,5**	**-42,9**	**26,8**	**-73,5**	**60,7**	**135,0**	**49,6**
Поиск 012 F_1												
Без удобрений (к.)	0	0	0	138,0	48,4	165,4	-138,0	-48,4	-165,4	0,0	0,0	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	90	90	90	160,9	59,8	194,6	-70,9	30,2	-104,6	49,6	142,6	42,0
NPK + KNO_3	90	90	90	171,4	64,6	204,9	-81,4	25,4	-114,9	45,7	131,7	39,3
NPK + Циркон	90	90	90	182,0	69,2	214,2	-92,0	20,8	-124,2	43,3	123,2	37,8
NPK + Тенсо Коктейль	90	90	90	167,9	61,2	207,7	-77,9	28,8	-117,7	47,3	138,8	39,5
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	90	90	90	182,6	66,1	218,5	-92,6	23,9	-128,5	43,2	128,5	37,3
Среднее по NPK	**90,0**	**90,0**	**90,0**	**173,0**	**64,2**	**208,0**	**-83,0**	**25,8**	**-118,0**	**45,8**	**133,0**	**39,2**
Первенец F_1												
Без удобрений (к.)	0	0	0	133,6	50,9	169,8	-133,6	-50,9	-169,8	0,0	0,0	0,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	90	90	90	110,2	42,4	139,2	-20,2	47,6	-49,2	72,6	194,1	59,3
NPK + KNO_3	90	90	90	129,5	53,5	164,3	-39,5	36,5	-74,3	61,9	154,9	50,3
NPK + Циркон	90	90	90	142,6	59,8	184,0	-52,6	30,2	-94,0	56,8	138,6	45,2
NPK + Тенсо Коктейль	90	90	90	149,5	67,6	198,8	-59,5	22,4	-108,8	55,0	125,7	42,6
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	90	90	90	137,1	59,2	175,8	-47,1	30,8	-85,8	58,4	140,7	47,0
Среднее по NPK	**90,0**	**90,0**	**90,0**	**133,8**	**56,5**	**172,4**	**-43,8**	**33,5**	**-82,4**	**60,9**	**150,8**	**48,9**

На основании анализа баланса питательных веществ можно предположить увеличение дозы азота на 30-40% и калия на 40-50% с уменьшением дозы фосфора на 10-20% при выращивании данных гибридов лука на аллювиальной луговой почве.

Коэффициенты использования питательных веществ

Коэффициентом использования растением того или иного питательного вещества из почвы называют долю питательного вещества, используемого растением в течение вегетации по отношению к общему содержанию подвижной формы этого элемента. Рассчитывают по формуле: $К_П$ (%) = [$а/в$]×100, где $а$ – количество питательного вещества (кг/га), вынесенное урожаем на неудобренной почве, $в$ – содержание подвижной формы питательного вещества (кг/га).

Как правило, чем выше содержание подвижной формы питательного элемента в почве, тем ниже коэффициент его использования растениями (Дёмин В.А., 1981). При внесении удобрений, орошении усиливается мобилизация питательных веществ почвы и коэффициенты использования их растениями увеличиваются.

Коэффициент использования питательных веществ из удобрений показывает долю их потребления растениями от общего количества, вносимого с удобрениями, при создании прироста урожайности. Определяют этот коэффициент чаще всего «разностным методом», т.е. учитывают разницу в выносе элемента с урожаем на удобренном и неудобренном варианте и выражают в процентах. Рассчитывают по формуле: $К_У$ (%) = [[$В_У$-$В_О$]×100]/$с$, где $В_У$ – вынос питательного вещества (кг/га) с урожаем на удобренном варианте, $В_О$ – вынос питательного вещества (кг/га) на неудобренном варианте (контроль); $с$ – количество питательного вещества (кг/га), внесённого с удобрением.

Однако «разностный метод» имеет один серьёзный недостаток. Здесь условно принимают, что при внесении удобрений количество используемых растениями питательных веществ самой почвы не изменяется, что на самом деле не так.

Коэффициенты использования питательных веществ могут существенно изменяться не только в силу биологических особенностей сельскохозяйственных культур, но и в результате изменения внешних факторов (плодородие почвы, погодные условия, агротехника, дозы и сроки внесения удобрений и др.). Поскольку сочетание факторов в природе может быть самое разнообразное, то и коэффициенты питательных веществ могут в значительной степени варьировать.

В наших исследованиях (таблица 23) расчётные коэффициенты использования питательных веществ гибридами лука репчатого на аллювиальной луговой почве составили: Беннито F_1 N – 46, P_2O_5 – 8, K_2O – 51; Поиск 012 F_1 – N – 68, P_2O_5 – 10, K_2O – 72; Первенец F_1 – N – 54, P_2O_5 – 9, K_2O – 60. Как видно, лучше использовали азот (68 и 54%) и калий (72 и 60%) почвы гибриды Поиск 012 и Первенец. Использование фосфора почвы гибридами было на близком уровне (8-10%). При расчёте использовали данные по содержанию в пахотном слое (0-20 см) легкогидролизуемого азота (10 мг/100 г по методу Тюрина и Кононовой) в почве, подвижного фосфора (23 мг/100 г по методу Чирикова) и калия (11 мг/100 г по методу Чирикова) и объёмного веса слоя почвы, равного 1,15 г/см^3. На основании этих данных, содержание подвижных питательных веществ в почве составило (кг/га): N – 230, P_2O_5 – 529, K_2O – 253.

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений у гибридов Беннито и Поиск 012 были на одном уровне: на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ составили по N – 27-30%, по P_2O_5 – 13-17%, по K_2O – 36-39%. Максимальные коэффициенты получены для гибрида Беннито. На вариантах с внекорневыми обработками растений калийной селитрой, Цирконом и Тенсо Коктейлем наблюдалось повышение коэффициентов использования питательных веществ из удобрений. Для Беннито на варианте NPK +KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль коэффициенты составили: N – 63%, P_2O_5 – 34%, K_2O – 78%, а для Поиск 012 соответственно 57%, 21 и 66%.

Таблица 23 – Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений гибридами лука репчатого (2015-2016 годы)

Фон питания	Коэффициенты использования питательных веществ, %					
	из почвы			из удобрений		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Беннито F_1						
Без удобрений (к.)	46	8	51	-	-	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	-	-	-	30	17	39
NPK + KNO_3	-	-	-	36	21	45
NPK + Циркон	-	-	-	56	31	68
NPK + Тенсо Коктейль	-	-	-	50	28	70
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	-	-	-	63	34	78
Среднее по NPK	**-**	**-**	**-**	**47**	**26**	**60**
Поиск 012 F_1						
Без удобрений (к.)	68	10	72	-	-	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	-	-	-	27	13	36
NPK + KNO_3	-	-	-	44	19	52
NPK + Циркон	-	-	-	56	24	62
NPK + Тенсо Коктейль	-	-	-	37	15	51
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	-	-	-	57	21	66
Среднее по NPK	**-**	**-**	**-**	**44**	**19**	**53**
Первенец F_1						
Без удобрений (к.)	54	9	60	-	-	-
$N_{90}P_{90}K_{90}$	-	-	-	-	-	-
NPK + KNO_3	-	-	-	-	-	-
NPK + Циркон	-	-	-	13	12	19
NPK + Тенсо Коктейль	-	-	-	18	19	33
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	-	-	-	8	11	11
Среднее по NPK	**-**	**-**	**-**	**13**	**14**	**21**

Низкие коэффициенты использования питательных веществ из удобрений получены для гибрида Первенец. Ввиду отсутствия прибавки урожайности на вариантах NPK и NPK + KNO_3 коэффициенты использования из удобрений не приводятся. Применение внекорневой обработки растений Цирконом, Тенсо Коктейлем и в комплексе на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ дало расчётные коэффициенты использования по азоту от 8 до 18%, по фосфору от 11 до 19%, по калию от 11 до 33%.

Средние по гибридам коэффициенты использования питательных веществ из удобрений составили: Беннито F_1 N – 47%, P_2O_5 – 26%, K_2O – 60%; Поиск 012 F_1 N – 44%, P_2O_5 – 19%, K_2O – 53%; Первенец F_1 N – 13%, P_2O_5 – 14%, K_2O – 21%.

3.8. Экономическая эффективность приёмов выращивания лука репчатого в однолетней культуре

Современное интенсивное овощеводство должно быть хорошо планируемым и управляемым, базироваться на применении систем удобрений, интегрированной защиты урожая от вредителей, болезней и сорняков. В Нечернозёмной зоне удельный вес удобрений в приросте урожая может достигать 60-75%. Для разработки сортовой агротехники важна комплексная оценка агрономической и экономической эффективности удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях.

Агрономическая эффективность применения удобрений оценивается величиной прибавки урожая, улучшением качества продукции и других хозяйственно ценных показателей при сохранении почвенного плодородия.

Анализ экономической эффективности применения удобрений позволяет определить оптимальные нормы их внесения для получения максимальной прибыли от реализации продукции.

При расчёте затрат на выращивание и реализацию продукции использовали «Типовые технологические карты возделывания и уборки овощных культур в Московской области» (1986), руководства «Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства» (Шпилько А.В., Драгайцев В.И., 2001), «Экономическая оценка результатов исследований» (Дудоров И.Т., 1989).

Для обоснования применяемых норм минеральных удобрений под лук репчатый был проведён экономический расчет и выявлены варианты с наиболее высоким уровнем рентабельности.

При реализации в послеуборочный период полученного урожая лука репчатого закупочная цена позднеспелых гибридов была равна 9 руб. за 1 кг, среднеспелого – 11 руб. за 1 кг.

Согласно «Технологическим картам», затраты на выращивание лука репчатого состоят из следующих основных статей: основная обработка почвы, подготовка семян к посеву, предпосевная подготовка почвы, посев, уход

за посевами, уборка и сортировка урожая. При этом учитываются нормы выработки за 1 час; затраты труда на весь объём работы в чел.час./га, т; тарифные ставки за норму (руб./га, т); расход горючего, электроэнергии; норму внесения минеральных удобрений и их стоимость; отчисления за амортизацию и текущий ремонт оборудования и сельхозтехники.

Затраты на реализацию продукции в послеуборочный период включают стоимость упаковочной тары, затраты труда на дополнительную доработку и затаривание продукции с учётом нормы выработки, заработную плату обслуживающего персонала.

Себестоимость продукции исчисляют делением всех производственных затрат на количество произведенной продукции.

Прибыль определялась разницей между стоимостью продукции и производственными затратами.

Уровень рентабельности производства продукции устанавливается как отношение чистого дохода к себестоимости единицы продукции, выраженное в процентах.

На основании результатов исследований 2014-2016 годов рассчитана экономическая эффективность выращивания гибридов лука репчатого в однолетней культуре с применением удобрений и обработок регуляторами роста и микроудобрениями (таблица 24, рисунок 21).

Беннито F_1. Максимальная прибыль (107 тыс. руб./га) с рентабельностью 38% при одной из минимальных величин себестоимости продукции (6,5 тыс. руб./т) получена при выращивании гибрида на варианте комплексного применения калийной селитры, Циркона и Тенсо Коктейля на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$. Из вариантов с раздельной обработкой вегетирующих растений лука, наиболее эффективной была обработка растений Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$. Это позволило получить 103 тыс. руб./га прибыли при рентабельности 38%.

Таблица 24 – Экономическая эффективность выращивания гибридов лука репчатого в однолетней культуре (2014-2016 годы)

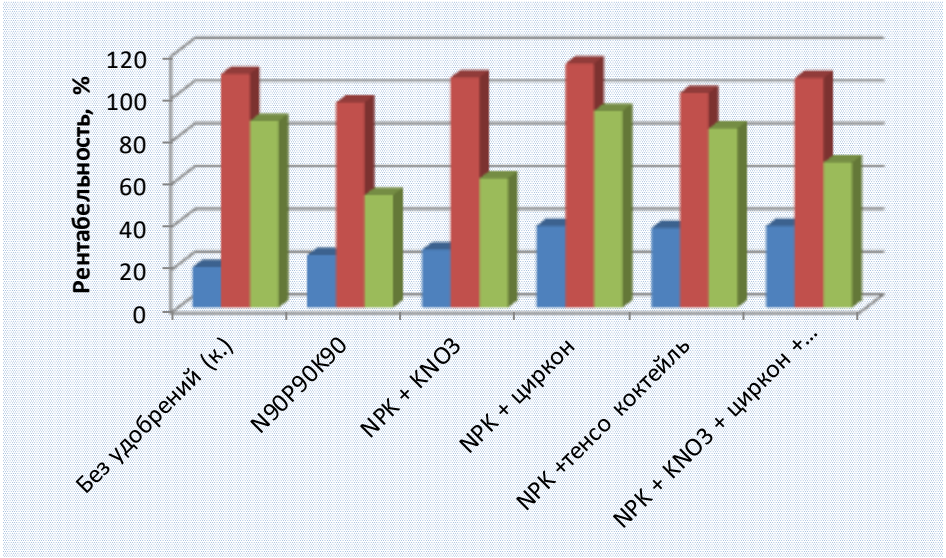
Фон питания	Урожайность стандартной продукции, т/га	Стоимость продукции, тыс. руб./га	Затраты на выращивание, тыс. руб./га	Затраты на реализацию, тыс. руб./га	Всего затрат, тыс. руб./га	Себестоимость, тыс. руб./т	Прибыль, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Беннито F_1								
Без удобрений (к.)	**32,2**	**289,8**	**221,6**	**22,2**	**243,8**	**7,6**	**46,0**	**18,9**
$N_{90}P_{90}K_{90}$	**36,5**	**328,5**	**238,8**	**25,2**	**264,0**	**7,2**	**64,6**	**24,5**
NPK + KNO_3	**38,9**	**350,1**	**248,8**	**26,8**	**275,6**	**7,1**	**74,5**	**27,0**
NPK + Циркон	**41,5**	**373,5**	**241,6**	**28,6**	**270,3**	**6,5**	**103,2**	**38,2**
NPK+Тенсо Коктейль	**40,9**	**368,1**	**240,2**	**28,2**	**268,4**	**6,6**	**99,7**	**37,1**
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	**43,4**	**390,6**	**253,1**	**30,0**	**283,0**	**6,5**	**107,6**	**38,0**
Среднее по опыту	**38,9**	**350,1**	**240,7**	**26,8**	**267,5**	**6,9**	**82,6**	**30,6**
Поиск 012 F_1								
Без удобрений (к.)	**47,5**	**427,5**	**171,6**	**32,8**	**204,4**	**4,3**	**223,1**	**109,2**
$N_{90}P_{90}K_{90}$	**48,2**	**433,8**	**188,3**	**33,3**	**221,6**	**4,6**	**212,2**	**95,8**
NPK + KNO_3	**54,5**	**490,5**	**198,8**	**37,6**	**236,4**	**4,3**	**254,1**	**107,5**
NPK + Циркон	**54,5**	**490,5**	**191,6**	**37,6**	**229,2**	**4,2**	**261,3**	**114,0**
NPK+Тенсо Коктейль	**50,0**	**450,0**	**190,2**	**34,5**	**224,7**	**4,5**	**225,3**	**100,3**
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	**55,6**	**500,4**	**203,1**	**38,4**	**241,5**	**4,3**	**258,9**	**107,2**
Среднее по опыту	**51,7**	**465,5**	**190,6**	**35,7**	**226,3**	**4,4**	**239,2**	**105,7**
Первенец F_1								
Без удобрений (к.)	**33,1**	**364,1**	**171,6**	**22,9**	**194,5**	**5,9**	**169,6**	**87,2**
$N_{90}P_{90}K_{90}$	**28,9**	**317,9**	**188,3**	**20,0**	**208,3**	**7,2**	**109,6**	**52,6**
NPK + KNO_3	**32,2**	**354,2**	**198,8**	**22,2**	**221,0**	**6,9**	**133,2**	**60,3**
NPK + Циркон	**38,0**	**418,0**	**191,6**	**26,2**	**217,8**	**5,7**	**200,2**	**91,9**
NPK+Тенсо Коктейль	**35,9**	**394,9**	**190,2**	**24,8**	**215,0**	**6,0**	**179,9**	**83,7**
NPK+KNO_3+Циркон + Тенсо Коктейль	**34,6**	**380,6**	**203,1**	**23,9**	**227,0**	**6,6**	**153,6**	**67,7**
Среднее по опыту	**33,8**	**371,6**	**190,6**	**23,3**	**213,9**	**6,4**	**157,7**	**73,9**

Несколько менее эффективной была обработка растений Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$, что связано с меньшей урожайностью стандартной продукции. Обработка растений лука калийной селитрой на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ была мало рентабельной (27%) и позволила получить 74 тыс. руб./га прибыли, что только на 28 тыс. руб./га больше, чем на варианте с $N_{90}P_{90}K_{90}$. Минимальная рентабельность (18%), прибыль (46 тыс. руб./га) и максимальная себестоимость продукции (7,6 тыс. руб./т) получена на контрольном варианте (без удобрений), что объясняется значительно меньшей урожайностью стандартной продукции.

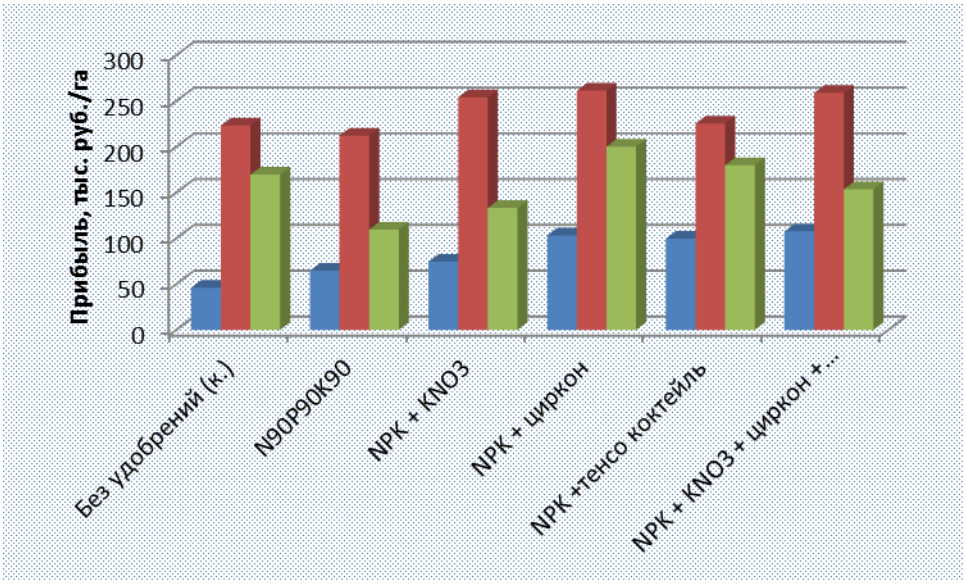
Поиск 012 F_1. Наиболее эффективным приёмом выращивания оказался вариант с обработкой растений Цирконом на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$: уровень рентабельности составил 114%, прибыль – 261 тыс. руб./га при минимальной себестоимости продукции – 4,2 тыс. руб./т. Из-за низкой прибавки стандартного урожая и дополнительных затрат, связанных с приобретением и внесением удобрений, малоэффективным оказалось внесение расчётной дозы $N_{90}P_{90}K_{90}$: на этом варианте получены минимальные показатели экономической эффективности выращивания. Дополнительные обработки растений лука в вегетацию калийной селитрой, Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$, а также комплекс $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль позволили значительно увеличить рентабельность (до 100-107 %) и прибыль (до 225-258 тыс. руб./га) за счёт увеличения урожайности стандартной продукции (на 1,8-7,4 т/га).

Первенец F_1. Лучшим вариантом по урожайности стандартной продукции, рентабельности (91%), прибыли (200 тыс. руб./га) и минимальной себестоимости продукции (5,7 тыс. руб./т) оказался NPK + Циркон. Довольно эффективным было применение подкормок Тенсо Коктейлем на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$: рентабельность составила 83%, прибыль 179 тыс. руб./га. По другим вариантам с обработками растений лука калийной селитрой и комплексного применения KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ рентабельность и прибыль были ниже, чем на контроле (без удоб-

рений), что объясняется малой прибавкой стандартного урожая от указанных агроприёмов. Минимальная рентабельность (52%) и прибыль (109 тыс. руб./га) при самой высокой себестоимости продукции получена на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$.



Рентабельность, %



Прибыль, тыс. руб./га

Беннито F_1
Поиск 012 F_1
Первенец F_1

Рисунок 21 – Рентабельность и прибыль выращивания гибридов лука репчатого по фонам питания (2014-2016 годы)

Следует отметить, что закупочная цена на среднеспелый Первенец F_1 была выше, в связи с более ранним сроком уборки и реализации урожая, поэтому при близких величинах стандартных урожаев с Беннито F_1 и равных затратах на выращивание стоимость продукции у Первенца F_1 была выше, в среднем, на 21 тыс. руб./га, что обусловило более высокую прибыль и рентабельность возделывания этого гибрида.

В итоге, наиболее рентабельным было выращивание Поиск 012 F_1 (в среднем по опыту рентабельность 105%, прибыль 239 тыс. руб./га, себестоимость продукции 4,4 тыс. руб./т), что связано с его высокой продуктивностью, несколько менее – Первенец F_1 (рентабельность 73%, прибыль 157 тыс. руб./га, себестоимость продукции 6,4 тыс. руб./т). Минимальные экономические показатели у Беннито F_1 (рентабельность 30%, прибыль 82 тыс. руб./га, себестоимость продукции 6,9 тыс. руб./т). Наиболее эффективным приёмом выращивания являлось основное внесение $N_{90}P_{90}K_{90}$ с последующей обработкой растений Цирконом, а также комплекс $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Внесение на аллювиальных луговых почвах дозы минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{90}$ повышает содержание нитратного азота, подвижного фосфора и калия в основные фазы развития растений лука репчатого. Максимальное содержание подвижных питательных веществ в пахотном слое почвы наблюдается в фазу начала образования луковицы (I-II декады июля): превышение к контролю $N\text{-}NO_3$ в 4,3-4,5 раза, P_2O_5 на 8-15%, K_2O – на 28-44%.

   Установлена положительная средняя корреляционная связь (r = 0,49…0,84) массы луковицы, массы листового аппарата и растения, урожайности с содержанием нитратного азота, подвижного фосфора и калия в почве в фазу начала образования луковицы.
2. Применение $N_{90}P_{90}K_{90}$ в основное внесение и внекорневые обработки растений в фазу начала образования луковицы растворами калийной селитрой (10 кг/га), Циркона (0,25 л/га), Тенсо Коктейля (0,7 кг/га) ведёт к увеличению массы растения лука, массы и размерных показателей луковицы гибридов лука репчатого в однолетней культуре.

   Максимальной массой луковицы (131-179 г) и массой растения (173-235 г), вне зависимости от фонов питания, отличался гибрид Поиск 012 F_1.
3. Наибольшая урожайность позднеспелых гибридов Беннито F_1 (47,9 т/га) и Поиск 012 F_1 (59,9 т/га) получена при комплексном внекорневом применении калийной селитры (10 кг/га), Циркона (0,25 л/га) и Тенсо Коктейля (0,7 кг/га) на фоне основного внесения $N_{90}P_{90}K_{90}$. Прибавка к контролю составила 10,7 т/га (29%) и 7,5 т/га (14%) соответственно. Выход стандартной продукции был на высоком уровне – более 90%.

   Максимальная общая урожайность среднеспелого гибрида Первенец F_1 (45,1 т/га) получена при обработке растений Цирконом (0,25 л/га) на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$: прибавка к контролю составила 5,2 т/га (13%), выход стандартной продукции – более 85%.

   Окупаемость минеральных удобрений дополнительной продукцией была максимальной на вышеуказанных вариантах: Беннито F_1 – 39,6 кг/кг д.в., Поиск 012 F_1 – 27,8 кг/кг д.в., Первенец F_1 – 19,3 кг/кг д.в.

   Раздельное применение калийной селитры, Циркона, Тенсо Коктейля на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ увеличивало урожайность (на 8-18% к фону у Беннито F_1, на 3-12% к фону у Поиск 012 F_1, на 5-21% у Первенец F_1).
4. Минеральные удобрения, калийная селитра, регулятор роста Циркон, микроудобрение Тенсо Коктейль оказывали положительное влияние на содержание сухого вещества, сахаров и аскорбиновой кислоты в луке. К моменту уборки луковицы Беннито F_1 содержали 10,1-10,6% сухого вещества, 5,7-6,7% сахаров, 4,3-5,3 мг% витамина С; Поиск 012 F_1 – 7,7-8,4%, 4,2-5,0%, 4,2-5,9 мг%

соответственно; Первенец F_1 – 9,6-11,5%, 5,1-7,7%, 2,8-6,2 мг% соответственно. Содержание нитратов в луковицах Поиск 012 F_1 превышало установленную ТР ТС 021/2011 ПДК – 80 мг/кг сырой массы на вариантах $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Тенсо Коктейль и $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3+ Циркон + Тенсо Коктейль – 100,3 мг/кг и 104,9 мг/кг соответственно.

5. Выявлено положительное влияние на сохраняемость лука репчатого обработок вегетирующих растений растворами калийной селитры (10 кг/га), Циркона (0,25 л/га) и Тенсо Коктейля (0,7 кг/га) на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$. Максимальный выход товарной продукции после 7 месяцев хранения при -1…0°С и 80-90% влажности воздуха у Беннито F_1 был на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3+ Циркон + Тенсо-Коктейль – 89,6%, потери от болезней 2,8%; у Поиск 012 F_1 на варианте с применением Циркона на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 52,1%, потери от болезней 31,2%; у Первенец F_1 на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 – 91,4%, потери от болезней 1,4%.

   Наилучшей сохранностью при трёх- и семимесячном хранении отличался Первенец F_1, худшей сохранностью во все сроки – Поиск 012 F_1.
6. Корреляционный анализ показал наличие положительной связи выхода товарной продукции после 7-месячного хранения с содержанием сухого вещества в луковицах в период уборки урожая (0,46; 0,39; 0,59 соответственно для Беннито F_1, Поиск 012 F_1, Первенец F_1) и отрицательной – с убылью массы (-0,44; -0,26; -0,75). Содержание нитратов отрицательно коррелировало с потерями от болезней (-0,40; -0,70; -0,49), в том числе от бактериальной гнили (-0,35; -0,82; -0,54).
7. В процессе хранения снижались качественные показатели продукции: содержание сухого вещества, суммы сахаров, витамина С. После 7 месяцев хранения качественные показатели луковиц составили: для Беннито F_1 содержание сухого вещества 8,9-9,4%, суммы сахаров 4,3-5,0%, витамина С 3,5-4,2 мг%, нитратов 48,7-59,2 мг/кг; для Поиск 012 F_1 6,8-7,3%, 3,6-4,1%, 3,2-4,9 мг%, 57,3-92,1 мг/кг соответственно; для Первенец F_1 8,9-10,2%, 4,8-5,9%, 2,7-5,6 мг%, 20,0-74,0 мг/кг соответственно.
8. Среднее потребление питательных веществ (кг) на создание 10 т урожая луковиц (с соответствующим количеством побочной продукции) составило для гибрида Беннито F_1 N 32,8, P_2O_5 14,8, K_2O 40,1; для Поиск 012 F_1 N 34,4, P_2O_5 11,9, K_2O 40,2; для Первенец F_1 N 36,3, P_2O_5 14,8, K_2O 45,4. Среднеспелый гибрид Первенец потреблял больше азота и калия. Применение минеральных удобрений, калийной селитры, Циркона и Тенсо Коктейля увеличивало потребление питательных веществ гибридами лука.

   Коэффициенты использования питательных веществ (%) из почвы составили: для Беннито F_1 N 46, P_2O_5 8, K_2O 51; для Поиск 012 F_1 N 68, P_2O_5 10, K_2O 72;

для Первенец F_1 N 54, P_2O_5 9, K_2O 60; средние из удобрений: Беннито F_1 N 47, P_2O_5 26, K_2O 60; Поиск 012 F_1 N 44, P_2O_5 19, K_2O 53; Первенец F_1 N 13, P_2O_5 14, K_2O 21. Внекорневые обработки растений лука в фазу начала образования луковиц увеличивали коэффициенты использования из удобрений.

9. Максимальная рентабельность (114%) и прибыль (261 тыс. руб./га) при себестоимости продукции 4,2 тыс. руб./т для Поиск 012 F_1 получена на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон; для Первенец F_1 рентабельность составила 91%, прибыль – 200 тыс. руб./га при себестоимости продукции 5,7 тыс. руб./т на варианте $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон; для Беннито F_1 рентабельность 38%, прибыль 103-107 тыс. руб./га, себестоимость продукции 6,5 тыс. руб./т на вариантах $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Циркон и $N_{90}P_{90}K_{90}$ + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль.

   Наиболее эффективным являлось выращивание гибрида Поиск 012 F_1. Применение калийной селитры, Тенсо Коктейля и Циркона в комплексе с $N_{90}P_{90}K_{90}$ было экономически оправдано при выращивании лука репчатого в однолетней культуре.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выращивании лука репчатого в однолетней культуре в условиях аллювиальных луговых почв Московской области для получения ранней продукции (35-45 т/га) использовать среднеспелый гибрид Первенец F_1, для получения высокой урожайности (50-60 т/га) – гибрид Поиск 012 F_1, для закладки на длительное (до 7 месяцев) хранение – гибрид Беннито F_1 и Первенец F_1.

2. Для получения высокой урожайности (45-60 т/га) репчатого лука на аллювиальных луговых почвах Подмосковья использовать основное внесение удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$ в сочетании с обработкой растений регулятором роста «Циркон» (0,25 л/га в концентрации 0,25 мл/л) в фазу начала образования луковиц (I-II декады июля) (после включения).

3. Применять опрыскивание калийной селитрой в дозе 10 кг/га, в концентрации 1% и комплексным микроудобрением «Тенсо Коктейль» в дозе 0,7 кг/га, в концентрации 0,07%, в фазу начала формирования луковиц (I-II декады июля) для повышения урожайности, биохимического качества и сохраняемости продукции.

4. Для определения потребности в минеральных удобрениях использовать величины потребления питательных веществ (кг) на создание 10 т основной продукции (с учётом побочной) для позднеспелых гибридов Беннито F_1 N – 32, P_2O_5 – 14, K_2O – 40 и Поиск 012 F_1 N – 34, P_2O_5 – 11, K_2O – 40; для среднеспелого гибрида Первенец F_1 N – 36, P_2O_5 – 14, K_2O – 45.

5. Для расчёта доз удобрений применять коэффициенты использования питательных веществ (%) из почвы для Беннито F_1 N – 46, P_2O_5 – 8, K_2O – 51; для Поиск 012 F_1 N – 68, P_2O_5 – 10, K_2O – 72; для Первенец F_1 N – 54, P_2O_5 – 9, K_2O – 60. Коэффициенты использования (%) из удобрений для Беннито F_1 и Поиск 012 F_1 N – 44-47, P_2O_5 – 19-26, K_2O – 53-60.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1. Бебрис А.Р. Как повысить урожай и стандартность лука / В.А. Борисов, А.Р. Бебрис // Картофель и овощи. 2017. -№8.-С. 16-17;

2. Бебрис А.Р. Влияние минеральных удобрений и регулятора роста на изменение биохимических качеств гибридов лука репчатого в процессе хранения / А.Р. Бебрис., В.А. Борисов, Н.А. Фильрозе, С.А. Масловский, Г.Ф. Монахос // Овощи России. - 2018. - № 4. – С. 67-70;

3. Бебрис А.Р. Действие удобрений и регуляторов роста на урожайность и качество гибридов лука репчатого / В.А. Борисов, А.Н. Ховрин, А.Р. Бебрис, Н.А. Фильрозе, Г.Ф. Монахос // Овощи России. - 2018. - № 4. – С. 89-93;

4. Бебрис А.Р. Циркон повышает устойчивость к пероноспорозу и урожайность лука / К.Л. Алексеева, В.А. Борисов, А.Р. Бебрис, О.А. Разин, В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. - 2018. - № 9. – С. 20-22.

Статьи в прочих изданиях

1. Бебрис А.Р. Как правильно хранить овощи / А.Р. Бебрис, А.В. Романова // Защита растений. – 2014. - №11. – С. 7;

2. Бебрис А.Р. Влияние удобрений на урожайность гибридов лука репчатого в однолетней культуре на аллювиальной луговой почве Нечерноземной зоны России / А.Р. Бебрис, В.А. Борисов, А.В. Романова // Доклады ТСХА: Сб. науч. тр. — Москва: РГАУ-МСХА, 2016.— Вып. 288 (часть II) - С. 383-384;

3. Бебрис А.Р. Влияние удобрений и регуляторов роста на болезнеустойчивость лука репчатого при хранении / А.Р. Бебрис, В.А. Борисов, Е.В. Янченко // Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. VII Квасниковским чтениям. 2016. С. 45;

4. Бебрис А.Р. Приемы повышения урожайности и качества лука репчатого при капельном орошении / В.А. Борисов, А.Р. Бебрис // Орошаемое земледелие. – 2017. – № 2. – С. 15-16;

5. Бебрис А. Р. Продуктивность и лёжкость гибридов лука, выращенных в однолетней культуре / В.А. Борисов, А.Р. Бебрис, С.А. Масловский // В сборнике: ДОКЛАДЫ ТСХА. 2019. С. 468-471;

6. Бебрис А. Р. Продуктивность и качество новых гибридов лука репчатого при выращивании в однолетней культуре при капельном орошении в московской области / В.А. Борисов, А.Ф. Разин, А.М. Меньших, А.Р. Бебрис // Орошаемое земледелие. 2019. № 2. С. 50-53.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеенко, С.В. Комплекс агроприёмов повышает урожай и качество репчатого лука/ С.В. Авдеенко, И.И. Бондарев// Картофель и овощи. – 2013. – №1. – С.7-8.

2. Авдонин Н.С., Зеликсон Б.М., Лебедева Л.А. Влияние свойств почв, удобрений и погодных условий на продуктивность растений // Влияние свойств почв и удобрений на качество растений. Изд-во МГУ, 1966. - С. 5-31.

3. Авдонин, Н.С. Влияние свойств почв и удобрений на качество растений /Н.С. Авдонин. - М.: Изд-во МГУ, 1982.

4. Агафонов, А.Ф. Состояние и основные направления селекции и семеноводства луковых культур/ А.Ф. Агафонов// Овощи России.- 2012 .- № 3. С. 12-18.

5. Алексеева М.В. Стрелкование лука в зависимости от качества посадочного материала и условий хранения / М.В. Алексеева // Агробиология. 1953. -№1. - С. 17-31.

6. Алексеева, М.В. Культурные луки / М.В. Алексеева. – М.: Изд-во с.-х. литературы. – 1960. - 303 с.

7. Алексеева, М.В. Репчатый лук / М.В. Алексеева. - М.: Россельхозиздат, 1982. – 112 с., ил.

8. Арасимович В. В., Васильева Л. А., Фрайман И. А. и др. Биохимия культурных растений Молдавии, АН СССР. - Кишинёв: «Штиниица», 1962.-Вып. 1.-297 с.

9. Аутко, А.А. Овощи в питании человека / А.А. Аутко, Ан. А. Аутко. — Минск: Белорус. Наука, 2008. 310 е.: ил.

10. Бальбеков, Р. А. Новая система капельного орошения // Р. А. Бальбеков, В. В. Бородычев, А. М, Салдаев, А. В. Дементьев, Ю. В. Кузнецов / Мелиорация и водное хозяйство. 2003. -№ 4. - С. 6-9.

11. Бекдаирова, К.Ж. Биохимическая характеристика чеснока и лука в процессе вегетации и хранения: автореф. дисс. канд. биол. наук/ К.Ж. Бекдаирова. - Алма-Ата, 1971. - 28 с.

12. Беккер-Делингер И. Овощеводство. Полное практическое руководство.-2-е изд. М.; Л.: Сельхозгиз 1933 - С. 375-398.

13. Белик, В.Ф. Лук, чеснок, черемша / В.Ф. Белик. - М.: Изд. - дом Сельская новь, 1998. - 64 с.

14. Берназ, Н.И. Видовое биоразнообразие сорняков москворецкой поймы и проблемы борьбы с ними на овощных культурах / Сб. научных трудов по овощеводству и бахчеводству, том II (технология и земледелие). М., 2006, с. 91-96.

15. Бессонова А.В. Влияние предпосевной обработки севка биопрепаратами на урожайность лука репчатого в степных условиях республики Хакасия / Вестник Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2020, № 1 (31), с. 26-30.

16. Биелка Р. Производство товарных овощей. Пер. с нем. Н.С. Корогодова и канд. с.-х. наук Г.П. Шувальцева. Предисл. канд. техн. наук В.И. Алексашина, Москва, «Колос», 1969, 320 с.

17. Биргит, Б. Особенности фотопериодической регуляции роста и развития у разных экотипов лука репчатого (Allium Cepa L.): автореф. дисс… канд. биол. наук/ Б. Биргит. – М., 1992. – 24 с.

18. Борисов В.А. Рациональная система применения удобрений в интенсивном овощеводстве на пойменных почвах центральных районов НЧЗ РСФСР./В.А. Борисов Авт. дис. . докт. с.-х. наук. - Л.-Пушкин, 1990.

19. Борисов В.А. Система удобрений овощных культур / В.А. Борисов // М.: ФГБНУ «Росинформагротех». - 2016. - 394 с.

20. Борисов В.А., Васючков И.Ю., Успенская О.Н., Коломиец А.А. Применение цеолитов в овощеводстве// Картофель и овощи. 2019 №8. С. 14-18

21. Борисов, В.А. Качество и лежкость овощей/ В.А. Борисов, С.С. Литвинов, А.В. Романова.-М., 2003 - 627 с.

22. Борисов, В.А. Пойменное овощеводство /В.А. Борисов, С.С. Ванеян, Н.Ф. Ермаков, С.С. Егоров. Москва. :Росагропромиздат, 1991

23. Борисов, В.А. Система земледелия и качество продукции в овощеводстве/ В.А. Борисов// Картофель и овощи. – 2011. – №6. – С. 15-16.

24. Борисов, В.А. Удобрение овощных культур/ В.А. Борисов. – М.: Колос, 1978. – 207 с

25. Боровой Е.П. Адаптивная технология возделывания репчатого лука на светло-каштановых почвах Волгоградской области / Е.П. Боровой, О.А. Матвеева / Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, № 4 (20), 2010, с. 31-35.

26. Бородычев В.В. Качество рассады и продуктивность репчатого лука / В.В. Бородычев, В.В. Афиногенов, Е.В. Шенцева, В.М. Гуренко, М.В. Шишлянникова / Плодородие, 2008, № 3, с. 23-24

27. Бородычев, В.В. Потребность овощных культур в минеральном питании при капельном орошении /В.В. Бородычев, А.И. Болдырь, В.М. Гуренко, О.М. Дмитриенко // Картофель и овощи. 2005.- № 8,- С. 27-28.

28. Бородычев, В.В. Современные технологии капельного орошения овощных культур / В.В. Бородычев. - Волгоград, 2010. - 241 с.

29. Бургарт, Ю.С. Влияние припосевного внесения удобрений на урожайность репчатого лука при однолетнем и двулетнем выращивании: атореф. дисс… канд. с.-х. наук/ Ю.С. Бургарт. – Воронеж, 1974. – 22 с.

30. Буров В.Н., Сазонов А.П. Биологические активные вещества в защите растений.//М.:Во «Агропромиздат».1987.-200с.

31. Васюта, В. Интенсивная технология выращивания лука репчатого в степной зоне Украины / В. Васюта, Ю. Лютая // Овощеводство. – 2004. – № 10–11. – С. 37–39.

32. Вендило, Г.Г. Удобрение овощных и бахчевых культур на приусадебном участке: Справочник./Г.Г. Вендило, В.Н. Петриченко. - М.: Агропромиздат, 1990. - 159с.

33. Верзилов В.Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве. -ГЛ.: Наука, 1971. -144с.

34. Галеев Р.Р. Урожайность и качество лука репчатого в однолетней культуре в зависимости от применения регуляторов роста в сухой степной зоне республики Хакасия / Р.Р. Галеев, Е.С. Трофимова / Вестник Н-ГАУ, 1(34)/2015, с. 35-40.

35. Гамаюнова В.В. Влияние орошения и режима питания на водопотребление и урожайность лука репчатого / В.В. Гамаюнова, Ю.В. Задорожний / Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, №3 (19), 2015, с. 40-50.

36. Гареева, Э.А. Капельное орошение лука / Э.А. Гареева // Картофель и овощи. – 2014. - № 7. – С. 14 – 15.

37. Генейди Г.С. Биохимической изучение важнейших видов лука в связи с их биологическими особенностями. Автореферат канд. дисс., -JL, 1971.

38. Гиль, Л.С. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения/ Л.С. Гиль, В.И. Дьяченко, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима Ж.: "Рута", 2007. - 390 с.

39. Гончаров А. В. Регуляторы роста растений на тыквенных культурах и картофеле в Нечерноземной зоне России / А. В. Гончаров, А. В. Шитикова. -М.: РГАЗУ, 2015. - 83 с.

40. Гордиенко И.Н. Содержание элементов питания в растениях и вынос их с урожаем лука репчатого / И.Н. Гордиенко, Р.П. Гладких / Почвоведение и агрохимия, № 1 (58), 2017, с. 209-214.

41. ГОССОРТКОМИССИЯ РФ. - Характеристика селекционных достижений.: Год:2015 [Электронный ресурс].- официальный сайт. Режим доступа: http://old.gossort.com/xrcts/xrct_16.html#9464082

42. ГОСТ 1723-86. Лук репчатый. Свежий заготовляемый и поставляемый //Государственные стандарты. Картофель, овощи и бахчевые культуры. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – С 111-118.

43. ГОСТ 27166-86. Лук репчатый. Свежий реализуемый//Государственные стандарты. Картофель, овощи и бахчевые культуры. – М.: Изд-во стандартов, 1997. – С. 104-110.

44. Грамматикати, О; Г. Роль корней, проникающих в глубокие слои почвы, в водном питании растений // О. Г. Грамматикати / Водный режим растений в засушливых районах СССР. -М.: АН СССР, 1966. С. 246-267.

45. Гришанов, Ю.К. Гибриды лука для однолетней культуры в Нижегородской области/ Ю.К.Гришанов // Картофель и овощи. – 2010. - № 6. С. 24-25.

46. Гусев М.И. Удобрение овощных культур: Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М.: Колос, 1969. - С. 183-195

47. Дементьева, М.И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении / М.И. Дементьева, М.И. Выгодский. -М.: В.О. Агропромиздат, 1988.

48. Дёмин В.А. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в севообороте (учебное пособие). – М. – 1981. – 91 с.

49. Дерюгин И. П., Кулюкин А. Н. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур. - М.: Агропромиздат, 1988.-С. 2 2 - 2 7

50. Дерюгин, И.П. Питание и удобрение овощных культур / И.П. Дерюгин, А.Н. Кулюкин. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во МСХА. - 1998. -326 с.

51. Долгов, С. И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений // С. И. Долгов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. - 207 с.

52. Донченко, Л.В. Безопасность пищевого сырья и продуктов питания / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта - М.: Пищевая промышленность, 1999. - 351 с.

53. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

54. Дубенок, Н.Н. Возделывание перспективных гибридов лука при капельном орошении /Н.Н. Дубенок, В.В. Бородычев, А.И. Болкунов//Ж. Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 10. – С.18-21.

55. Дубенок, Н.Н. Капельное орошение и удобрение репчатого лука/Н.Н. Дубенок, А.И. Болкунов, В.В. Бородычев , В.А. Выборнов, В.В. Афиногенов// Вестник сельскохозяйственной науки, 2008. – № 6. – С. 34-37.

56. Дубенок, Н.Н. Урожайность и качество лука при орошении в ранней культуре/ Н.Н. Дубенок, М.П. Богданенко, В.В. Выборнов// Картофель и овощи. - 2011. - №5. - С. 12.

57. Дубинин, С.В. Технология возделывания лука репчатого/ С.В. Дубинин, А.И. Осихов// Картофель и овощи. - 2014 -. № 2. - С.20.

58. Дудка, В.В Как вырастить лук репчатый для длительного хранения/ В.В. Дудка// Поле Августа. – 2011. - № 8(96). - С.6-7.

59. Дудоров И.Т., Коржиков А.Е. Использование энергетических нормативов для экономической оценки технологий производства овощей в открытом грунте // Методические рекомендации / М, 1989. 26с.

60. Дукаревич Б.И. Удобрение овопщых культур. М.: Россельхозиздат, 1979. - 48 с.

61. Дьяченко В.С. Болезни и вредители овощей и картофеля при хранении. М.: Агропромиздат, 1985. - 192 с.

62. ДьяченкоВ.С. Исследование и обоснование путей снижения потерь -корнеплодов и лука при хранений: Автореф. дис. . доктора с. наук./ НИИ овощного хоз-ва. М., 1976. - 36 с.

63. Дятликович, А.И. Лук / А.И. Дятликович. М.: Московский рабочий, 1968.-72 с.

64. Ермаков А.И. Биохимия овощных культур / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович (под ред.)/ Сельхозгиз, 1961.

65. Евдокимова Т.И. Почвы долины р. Москвы в её нижнем течении./Т.И. Евдокимова, Л.А. Гришина / Сб.: Пойменные почвы Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1963 С. 3-25.

66. Ермаков А.И. Биохимия овощных культур / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович (под ред.)/ Сельхозгиз, 1961.

67. Ершов И.И., Казакова А.А. Репчатый лук. "Колос" Л.: 1967, 80-с.

68. Жаркова С.В. Научное обоснование и усовершенствование методов селекции луковых культур (Allium cepa L., Allium ascalonicum L., Allium sativum L.) для создания сортов с высокой адаптивностью к условиям Западной Сибири: автореф. докт. с.-х. наук. — М., 2010. — 51 с.

69. Жаркова С.В. Характер корреляции количественных признаков лука репчатого в условиях юга Западной Сибири / Вестник Алтайского ГАУ, № 4 (102), 2013, с 5-7.

70. Жидков, В. М. Экологически обоснованные системы применения гербицидов при возделывании лука / В. М. Жидков, И. В. Кривцов// Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 29-30.

71. Журба, М. Г. Улучшение качества воды для систем микроорошения // М. Г. Журба / В кн.: Повышение качества оросительной воды. М.: Агропромиздат, 1990. -С. 45-52.

72. Журбицкий, З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений./З.И. Журбицкий. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 294с.

73. Зволинский В.П. Продуктивность лука репчатого в условиях Нижнего Поволжья / В.П. Зволинский, А.А. Шершнев / Вестник Алтайского ГАУ, 2012, № 12 (98), с. 9-11.

74. Зизина Я.Ф. Особенности формирования урожайности лука репчатого в однолетней культуре в зависимости от элементов технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири / Я.Ф. Зизина, Р.Р. Галеев / Мир Науки, Культуры, Образования, № 2 (45), 2014, с. 451-456.

75. Зизина Я.Ф. Формирование урожайности посевного лука репчатого в лесостепи Новосибирского Приобья / Я.Ф. Зизина, Р.Р. Галеев / Достижения науки и техники АПК, 2014, № 5, с. 22-24.

76. Иванов, А. Ф. Теоретические основы программирования урожая // А. Ф. Иванов, В. И. Филин / Ж. Сельскохозяйственная биология. 1979. - Т. 24. - С. 323-330.

77. Иванова, Е.М. Лук/ Е.М. Иванова, О.М. Соболева. – Алма–Ата: Кайнар, 1980. – 136 с.

78. Ирков, И.И. Технология производства лука в однолетней культуре в Нечерноземной зоне РФ / Ирков И.И., Быковский Ю.А., Леунов В.И. Картофель и овощи. 2016. № 6. С. 18-22.

79. Ирков, И.И. Современные технологии / Ирков И.И. Картофель и овощи. 2015. № 11. С. 14.

80. Казакова, А.А. Культурная флора СССР. Лук / А.А. Казакова. – Л.: Колос. - 1978. – Т.10. - 262 с.

81. Казакова, А.А. Лук/ А.А. Казакова. – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 263 с.

82. Калугин, А.В Перспективные сорта и гибриды лука репчатого/ А.В. Калугин// Гавриш.-2008- № 2. - С. 6.

83. Каталымов, М. В. Микроэлементы и микроудобрения / М. В. Каталымов М. - Л., 1965.-335 с.

84. Кефели В.И., Чайлахян М.Х. IX Международная конференция по ростовым веществам. Фитогормоны и ингибиторы в онтогенезе растений. Успехи соврем.биол., 1977, т.84, вып.3(6), с.469--474.

85. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии/ В.В. Кидин (ред.).-М: Колос, 2008. – 599 с.

86. Киприянов, Н.А. Экологически чистое растительное сырье и готовая пищевая продукция. Учеб. пособие / Н.А.Киприянов. - М.: Агар, 1997.- 176 с.

87. Клопов М.И. Гормоны, регуляторы роста и их использование в селекции и технологии выращивания сельскохозяйственных растений и животных / Клопов М.И., Гончаров А.В., Максимов В.И.

учебное пособие / Под ред. В.И. Максимова. Санкт-Петербург, 2020. (Издание 3-е)

88. Князьков А.Н. Оптимизация минерального питания в семеноводстве лука репчатого / А.Н. Князьков, С.М. Надёжкин, А.Ф. Агафонов / Плодородие, 2014, № 2, с. 16-18.

89. Ковылин В.М. Влияние систем удобрения в овоще-кормовом севообороте на агрохимические показатели плодородия аллювиально-луговой почвы. / В.М. Ковылин, В.А. Борисов, Л.М. Борисова, С.А. Масловский // Агрохимия. -2004. -№10. С. 14-21.

90. Козьмина, Л.М. Регуляторы роста растений./Л.М. Козьмина. - М.: Агропромиздат, 1990

91. Колесник, А.В. Изменение биохимического состава лука-репки в зависимости от способов уборки, товарной доработки и хранения / А.В. Колесник, Г.П. Корзун, С.Г. Гаврилова // Научно-техн. бюл. Укр. НИИ овощевва и бахчеводства. - 1977. - № 6. - С. 32 - 38.

92. Колесников В.А., Федосенков М.А., Игнатов В.А., Смирнов В.Е., Шиндин А.П. Для прополки лука. // Защита растений, 1991, №3, С. 40-41

93. Коняев, Н.Ф. Агробиологические основы высоких урожаев лука репчатого и капусты/ Н.Ф. Коняев. – Свердловск: Средне-Урал. кн. изд-во, 1964. – 199 с.

94. Коняев, Н.Ф. Лук репчатый/ Н.Ф.Коняев. - Свердловск: Сверд. кн. изд-во, 1959. - 67 с.

95. Кораблева Л.И. Плодородие, агрохимические свойства и удобрение пойменных почв Нечерноземной зоны. М., 1969, 278 с.

96. Кораблева Л.И. Пойменные аллювиальные почвы // Почвы Московской области и повышение их плодородия. М., 1974, 663 с., с. 314 - 371.

97. Кореньков, Д. А. Продуктивное использование минеральных удобрений Текст. / Д.А. Кореньков. — М.: Россельхозиздат. — 1985. — 219 с.

98. Корнеплоды, лук репчатый. – Новосибирск: Новосиб. кн. изд-во, 1992.– С 102-133.

99. Коробкина 3. В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей. - Киев: Урожай.-1989.-168 с

100. Костин, В.И. Агроэкологические аспекты применения росторегуляторов нового поколения / В.И.Костин, В.А.Исайчев, Е.В.Провалова // Агроэкологическая роль плодородия почв и современные агротехнологии: Материалы международной научно-практической конференции. - Уфа, 2008. - С.143-144.

101. Крашенинник, Н.В. Технология выращивания лука-репки из семян/Н.В. Крашенинник// Вестник овощевода. – 2009. - № 1, - С. 20-25.

102. Крашенинник, Н.В. Технология хранения овощных культур [Электронный ресурс]/ Н.В. Крашенинник, И. Соколов// Сельскохозяйственные вести.- 2010. № 2 .- Режим доступа: http://www.agri-news.ru/zhurnal/2010/№2/2010/

103. Кретович, В.Л. Техническая биохимия. /В.Л. Кретович, Л.В. Метлицкий, М.А.Бокучава и др. - М.: Изд-во «Высшая школа, 1973. - 486с.

104. Крецул, Н. Схемы посева лука репчатого при дождевании и капельном орошении/ Н. Крецул//Овощеводство.-2012.-№9.- С.24

105. Круг, Г. Овощеводство /перев. В.И. Леунов. М. «Колос». 2000.- С.297-303.

106. Кудряшова Л.В. Выращивание гибридов лука репчатого из семян в один год в КФК «Бабушкин А.А.» / Л.В. Кудряшова, К.Ю. Лытус / Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства, 2018, № 20, с. 19-22.

107. Кузмене Г.С. Лёжкость и биохимическая характеристика репчатого лука, выращиваемого в условиях Литовской ССР / Автореферат диссертации… кандидата с.-х. наук. Литовская с.-х. академия, Каунас, 1963.

108. Кунавин Г.А. Однолетняя культура лука репчатого в Тюменской области / Г.А. Кунавин, И.И. Козлов / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2013, № 6 (235), с. 11-17.

109. Кунавин, Г.А. Оптимальные способы выращивания лука репчатого из семян в Тюменской области/ Г.А. Кунавин, Л.И. Мерзляков, И.И. Козлов// Вестник овощевода.- 2012.-№ 6.- С.4.

110. Купреенко Н.П. Производство лука в Белоруссии. // Картофель и овощи. – 2003. - №5, с. 8-9.

111. Курс овощеводства по Митлайдеру/ Д.Р. Митлайдер; пер. Э.Н. Казанцева; под ред. Т.Ю. Угарова. – М., 1992. – 154 с.

112. Литвинов С.С., Борисов В.А. Выращивание овощей для детского и диетического питания. М.: Агропромиздат, 1998. - 114 с.

113. Литвинов, С. С. Новые технические средства для производства овощей в России и Беларуси / С. С. Литвинов, И. И. Ирков // Картофель и овощи. – 2007. – № 5. – С. 14-17.

114. Литвинов, С.С. Научные основы современного овощеводства / С.С. Литвинов.- М., 2008.- 771 с.

115. Литвинов, С.С. Современные направления развития овощеводства в Российской Федерации / С.С. Литвинов, В.А. Борисов // Сб. научных трудов «Научное обеспечение отрасли овощеводства России в современных условиях». М.: ФГБНУ ВНИИО, с. 16-23.

116. Литвинов, С.С. Современные направления развития овощеводства России / С.С. Литвинов, В.А. Борисов // Научное обеспечение отрасли овощеводства в современных условиях. Сборник научных трудов ВНИИО. – М., 2015. – С. 16-23.

117. Литвинов, С.С. Современные технологии в овощеводстве/С.С. Литвинов, И.И. Ирков под ред. С.С. Литвинова / Сб. науч. труд. по овощеводству и бахчеводству к 80-летию со дня основания ГНУ Всероссийского научноисследовательского института овощеводства Россельхозакадемии. ГНУ ВНИИО;. – М.: 2011- С.21-31.

118. Лудилов, В.А Все об овощах. Полный справочник/В.А. Лудилов, М.И. Иванова.-М.:Фитон+, 2010. – 424 с.

119. Лудилов, В.А. Практическое семеноводство овощных культур с основами семеноведения / под ред. В.А. Лудилова, Ю.Б. Алексеева. – М.: КМК, 2011.– 199 с.

120. Лук Российское издание 2012-2014 Nickerson-Zwaan B.V [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.nickerson-zwaan.com

121. Лук, чеснок/ Е.Г. Гринберг, Г.К. Машьянова, Л.Л. Ерёменко, Д.А. Старикова, Л.П. Тропика. – Новосибирск: Зап.–Сиб. кн. изд-во, 1975. – С. 5 - 45.

122. Лымарь В.А. Урожай и качество лука репчатого при выращивании на юге Украины / Вестник Мичуринского ГАУ, 2015, № 3, с. 55-60.

123. Любченко А.В. Рост и продуктивность лука репчатого в зависимости от условий питания растений / А.В. Любченко, В.А. Семёнов / Новые технологии, 2010, № 1 с. 46-49.

124. Любченко А.В., Семёнов В.А. Рост и продуктивность лука репчатого в зависимости от условий питания растений. *Новые технологии*. 2018;(3):210-216.

125. Магницкий К. Применение удобрений в Нечернозёмной зоне / К. Магницкий, П. Вехов, В. Булаев, М. Камынин / М.: Московский рабочий, 1965. – 239 с.

126. Магницкий К.П. Диагностика потребности растений в удобрениях / К.П. Магницкий. М.: Московский рабочий, 1972. - 271 с.

127. Макаров А.А. Биология цветения, плодоношения и способы дозаривания семян репчатого лука: автореф. дис. . канд. с.-х. наук / А.А. Макаров М., 1960.-21 с.

128. Малько, А.М. Мировой рынок семян и место России в нем/ А.М. Малько// Картофель и овощи.- 2013.- № 4.-С. 2-4.

129. Маршак М. С. Диетическое питание. – М., 1967.

130. Матвеев В.П., Рубцов М.И. Овощеводство. -3-е изд., перераб. и доп. -М.: Агропромиздат, 1985. -431 с.

131. Матвеева, Н.И. Научное обоснование агротехнических приёмов повышения урожайности и качества лука репчатого на территории Астраханской области / Н.И. Матвеева, Е.В. Калмыкова, Ю.Н. Петров, В.В. Зволинский, В.Б. Нарушев / Аграрный научный журнал, № 5, 2019, с. 29-37.

132. Метлицкий Л.В, Биохимия. В кн. "Картофель" под редакцией Н.С.Бацанова. М., "Колос", 1970.

133. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - Вып. 2. - М., Л. - 1989. -164 с.

134. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Методы химических анализов сортов и гибридов. - М.: Колос. - 1970. - 176 с

135. Методика полевого опыта в овощеводстве / Под ред. С.С. Литвинова. - М. - 2012. – 768 с.

136. Методические указания по проведению научно-исследовательских работ по хранению. – М., ВАСХНИЛ. – 1982. – 34 с.

137. Микаелян, Г.А. Основы оптимального проектирования производственных процессов в овощеводстве/ Г.А. Микаелян, Р.Д. Нурметов. – М.: Росинформагротех, 2005. – 640 с.

138. Моисеенко, Д.А. Режим орошения томатов и репчатого лука в условиях Алтайского края: автореф. дис… канд. с.-х. наук/ Д.А. Моисеенко. – Барнаул, 1974. – 28 с.

139. Мойсевич, Н. Оптимизация густоты посадки севка при выращивании лука репчатого / Н. Мойсевич // Овощеводство и тепличное хозяйство. - 2012. - № 1. - С. 49-50 : ил. - Библиогр.: с. 50

140. Мойсевич, Н.В. Производство семян лука репчатого. Биология, агротехника, экономика / Н.В. Мойсевич, А.А. Аутко, Н.П. Купреенко, Г.И. Гануш. – Минск: Типография «ВЮА». - 2009. – 144 с.

141. Монахос, Г.Ф. Селекция лука репчатого с устойчивостью к пероноспорозу / Монахос Г.Ф., Монахос С.Г., Алижанова Р.Р. // Картофель и овощи. 2019. № 10. С. 38-40.

142. Мошков, Б.С. Потенциальная продуктивность растений/ Б.С. Мошков// Важнейшие проблемы фотосинтеза в растениеводстве. – М.: Колос, 1970.– С 23-37

143. Муравин, Э.А. Агрохимия / Э.А. Муравин, В.И. Титова - М.: КолосС, 2009. - 463с.

144. Муромцев Г.С.,Агнистикова В.Н. Гормоны растений. М., Наука, 1973.

145. Никляев, В.С. Основы земледелия и растениеводства./В.С. Никляев. -М.: Агропромиздат, 1990. - 364с.

146. Николаева, М.А. Контроль качества плодов и овощей в торговле / М.А. Николаева. - М.: Экономика, 1985,- 64 с.

147. Новичихин, А.М. Применение нитроаммофоски марки 16-16-16 с гуматами под лук в условиях Воронежской области/ А.М. Новичихин, С.В. 151 Мухина, А.В. Коробкин// Перспективы использования новых форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур. –Анапа, 2012. – С. 97-99.

148. Овощеводство/ Г.И. Тараканов, В.Д. Мухин, К.А. Шуин и др. – 2-е изд. перераб. и доп.. – М.: Колос, 2002. – С. 333-348.

149. Овощные и бахчевые культуры в Узбекистане/ В.Ф. Пивоваров, М.Х Арамов, Е.Г. Добруцкая, Б.Т. Турдикулов, Б.Б. Бахромов [и др.]. – М., 2001. – С. 140-146.

150. Павлуцких М.В. Болезни репчатого лука и биологические меры борьбы с ними в условиях Курганской области. – Автореферат диссертации… кандидата с.-х. наук. – Курган, 2006.

151. Палилов Н.А. Биологические основы хранения лука и чеснока: Автореф. дис. . доктора с.-х. наук. М., 1967. -42 с.

152. Палилов, Н. А. Биологическое обоснование способов хранения семенного лука и чеснока / Н. А. Палилов // Достижения по растениеводству. – М.: Сельхозгиз, 1958. – С. 316–385.

153. Панков В В., Павлова В.П. Влияние фосфора на урожай и химический состав репчатого лука: действие удобрений и отходов промышленности на продуктивность с.-х. культур, качество урожая и свойства почвы. Горький, 1984. - С. 16-21.

154. Патрон П.И. Комплексное действие агроприемов в овощеводстве. /Под ред. Алексеева М.В.- Кишинев:ШтиинцА, 1981.- 284 с. с рис.

155. Перегудт М.Ф. Методы селекционносеменоводческой работы по изучению качества сортов и лука // Методика селекции и семеноводства овощных культур. — Л., 1964. — С. 264-268.

156. Перегудт М.Ф., Пилипенко В.А. Эффективность отбора репчатого лука по содержанию сухого вещества. В кн.: Качество овощных и бахчевых культур.- М./"Колос",1981.- С.93-95

157. Петров В.Ф. Однолетняя культура лука в условиях Центрально-Чернозёмной зоны. – Автореферат диссертации… кандидата с.-х. наук. – М., 1968.

158. Петров Н.Ю. Эффективные элементы возделывания лука репчатого при капельном орошении / Н.Ю. Петров, Калмыкова Е.В., О.В. Калмыкова / Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, № 1 (49), 2018, с. 1-7.

159. Пивоваров, В.Ф. Луковые культуры/ В.Ф. Пивоваров, И.И. Ершов, А.Ф. Агафонов. – М., 2001. – 210 с.

160. Пивоваров, В.Ф. Овощи России / В.Ф. Пивоваров.- М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. - 384 с.

161. Пиров Т.Т. Лук репчатый. - Минск: УП Технопринт. - 2002. - 20 с.

162. Пиров Т.Т. Пищевые и целебные свойства лука репчатого. // Кишо-варз., Душанбе: ТАУ. - 2002. - №2. - С. 9-10.

163. Пискарёв, А.Ю. Технология возделывания лука репчатого [Электронный ресурс]/Альманах Бейо 2012-2013. Режим доступа: http://www.bejo.ru/ru/каталоги/архив.aspx

164. Плескачев, Ю.Н. Влияние агротехнических приёмов на урожайность лука репчатого в условиях капельного орошения / Ю.Н. Плескачев, В.И. Чунихин / Вестник Алтайского ГАУ, 2012, № 10 (96), с. 26-29.

165. Плескачев, Ю.Н. Изменения водопотребления лука репчатого при раз-личных режимах орошения в условиях Волгоградской области/ Ю.Н. Плескачев, В.И. Чунихин// Вестник АлтГАУ. – 2013. – №2. – С. 21-25.

166. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос. – 1969. – 407 с.

167. Покровский А.А. Мембранотоксины/Вестн.Акад. наук, 1976. Т.9. - № 7.- С.79-88.

168. Почивалова А.П. Хранение лука-репки сортов приморских селекционеров / А.П. Почивалова, Н.В. Бардина, М.В. Илюшко / Аграрный вестник Приморья, 2017, № 1 (5), с. 23-25.

169. Прохоров, И.А. Селекция и семеноводство овощных культур/ И.А Прохоров, А.В. Крючков, В.А. Комиссаров. – М.: Колос, 1997. – С. 213-229.

170. Прянишников Д.Н. Агрохимия. Избр. сочинения. М.: Сельхозгиз, 1953.-494с.

171. Рабинович, А.М., Борисов, В.А. Целебные овощные и пряноароматические растения России. Иллюстрированная энциклопедия. / А.М. Рабинович, В.А. Борисов. / - М.: Арнебия, 2008.- 510 с.

172. Разин, А.Ф. Тенденции развития производства овощей в открытом грунте Московской области/А.Ф. Разин, О.А.Шошина // Картофель и овощи.2008.- № 1.- С.13

173. Реймерс, Ф.Э. Физиология роста и развития репчатого лука / Ф.Э. Реймерс. - М.: Л., 1959. - 336 с.

174. Роде, А. А. Методы изучения водного режима почв // А. А. Роде / М.: изд. АН СССР. -1960.-244 с.

175. Сапун М.П. Применение удобрений под овощные культуры. - Минск, 1957. 144 с.

176. Сахончик, В.П. Режим орошения сельскохозяйственных культур/ В.П. Сахончик// Физико-химические свойства почв и вопросы поливного земледелия в Новосибирской области: Сб. науч. трудов. Т. 127. – С. 47-51.

177. Селиванова М.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и качество продукции лука репчатого в процессе хранения. - Научные труды СКФНЦСВВ, 2019, том 26, с. 77-84.

178. Семёнов В.А, Любченко А.В., Добренков Е.А. Изменчивость химического состава лука репчатого сорта Догадка // Новые технологии. 2010. Вып. 1. С. 46-49.

179. Сешадри, С. Особенности роста и продуктивности разных экотипов лук репчатого Allium cepa L. в связи с применением физиологически активных веществ: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Сешадри С.- М., 1988. – 23 с.

180. Скляревский Л .Я. Целебные свойства пищевых растений. М.: Россельхозиздат, 1975. - 96 с.

181. Смирнов П.М. Агрохимия / П.М.Смирнов, Э.К.Муравин. М.: Колос,1984.-303 с.

182. Сокол П.Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур. М.: Колос, 1978. - 293 с.

183. Соколов, О.А. Практические советы по снижению содержания нитратов в продуктах питания / О.А.Соколов. - Пущино, 1991.-45 с.

184. Старцев В.И. Производства овощных культур в ОАО агрокомбинат "Южный" - крупнейшем тепличном комбинате России / Старцев В.И., Гончаров А.В., Бортенева Л.С. // В сборнике: Актуальные вопросы агрономической науки в современных ус-

ловиях. Материалы научно-практических конференций студентов, аспирантов, молодых ученых агрономического факультета. 2015. С. 34-36.

185. Старых Г. А. Инновационные технологии в овощеводстве : учеб. пособие / Г. А. Старых, А. В. Гончаров, Л. Л. Носова ; Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. – М., 2013. – 84 с. : ил.

186. Улимбашев А.М. Применение регуляторов роста при выгонке лука репчатого / Известия Санкт-Петербургского ГАУ, 2017, № 4 (49), с. 29-32.

187. Унгуряну, Ф. В. Динамика мыслительно-восстановительных процессов черноземных почв Молдавии при капельном орошении // Ф. В. Унгуряну, Д. М. Драган / Комплексное мелиоративное регулирование. М., 1985. - С. 105-112.

188. Устенко, Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования высоких урожаев // Г. П. Устенко / Фотосинтез и вопросы продуктивности растении. М.: Изд-во АН СССР, 1963. - С. 39-48.

189. Филин В.И. Урожайность сортов и гибридов лука репчатого при разных системах удобрения на мелиорированных каштановых почвах / В.И. Филин, А.А. Гаращенков / Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, № 3 (19), 2010, с. 64-70.

190. Хадеев, Т. Г. Пахать или не пахать? / Т. Г. Хадеев, Р. С. Шакиров, О. Л. Шайтанов // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2006. – № 12. – С. 2-6.

191. Хекилаев Ц.А. Влияние условий выращивания и хранения на продуктивность и качество лука репчатого / Ц.А. Хекилаев, Д.Н. Доев / Сб. Перспективы развития АПК в современных условиях: материалы 8 международной научно-практической конференции. 2019, с. 298-300.

192. Ховрин, А.Н. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество лука репки // А.Н. Ховрин, А.И. Масленникова / Сб. научных трудов

по овощеводству и бахчеводству, том II (технология и земледелие), М., 2006, с. 545-548.

193. Ховрин, А.Н. Производство и селекция лука репчатого в России/ А.Н. Ховрин, Г.Ф. Монахос // Картофель и овощи. – 2014. - № 7. С. 18-21. № 84.

194. Ходеева, Л.П. Оптимизация питательного режима почвы и повышения урожайности лука репки в зависимости от применения удобрений / Л.П. Ходеева // Вестник аграрной науки. – 1998. – 2 с.

195. Хохряков, М.К. Определитель болезней растений/ М.К. Хохряков. - М.: Лань, 2003. - 592 с.

196. Хуинь Т.Х. Влияние удобрений на урожайность и качество репчатого лука на выщелоченном чернозёме при орошении. – Автореферат диссертации… кандидата с.-х. наук. Кубанский аграрный университет – Краснодар, 1993.

197. Церлинг, В.В. Нитраты в растениях и биологическое качество урожая /В.В.Церлинг// Агрохимия. - 1979. - № 1.

198. Цыкоза В.И. Изучение сохраняемости лука-репки в регулируемой газовой атмосфере: Автореф. дис. канд. с.-х. наук. М., 1975. - 26 с.

199. Чичкин, В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет/ В.П. Чичкин.-Кишинев: Штиинца,1984.-394 с.

200. Шатилов, И. С. Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожаев полевых культур // И. С. Шатилов, Н. Ф. Бондаренко, Е. Е. Жуковский. -М.: ВАСХНИЛ, 1978. 91 с.

201. Шевелуха В.С., Блиновский И.К. Состояние и перспективы использования фиторегуляторов в растениеводстве. В кн. «Регуляторы роста растений». // М. Агропромиздат. 1990. С. 6-35.

202. Шершнёв А.А. Новые элементы в технологии возделывания лука репчатого в условиях Нижнего Поволжья / Известия Оренбургского ГАУ, 2012, № 5 (37), с. 70-72.

203. Широков, Е.П. Технология хранения и переработки плодов и овощей с основами стандартизации. / Е.П.Широков - М.: Агропромиздат, 1978. - 319с.

204. Шитов, А.Д. Влияние физиологически активных веществ на растения./А.Д. Шитов. - М. : Агропромиздат, 1982. - 245с.

205. Шифрина Х.Б. Биохимия лука // Биохимия овощных культур – 1961 – с. 328-400.

206. Шпилько, А.В. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники: утв. МСХ и П РФ 23.07.1997. В 2 ч. Ч I. Методика / А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев, Н.М. Морозов и др. ; МСХ и П РФ и ВНИЭСХ. М., 1998.

207. Штепа, Б. Г. Технический прогресс в мелиорации // Б. Г. Штепа. М.: Колос, 1983. С. 97-111.

208. Штефан, В.В. Жизнь растений и удобрения / В.В. Штефан. - М.: Моск. Рабочий, 1981.-240 с.

209. Шумаков, Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур основа для проектирования режима орошения // Б. А. Шумаков / Биологические основы орошаемого земледелия. - М., 1957. - С. 21-30.

210. Шумаков, Б. А. Орошаемое земледелие // Б. А. Шумаков. М.: Россельхозиздат, 1965.-81 с.

211. Шуравилин А.В. Обоснование режима капельного орошения и минерального питания лука в условиях Непала / А.В. Шуравилин, Б.Б. Бимала / Вестник РУДН, серия агрономия и животноводство, 2012, № 3, с. 53-59.

212. Щепетков, Н.Г. Овощеводство Северного Казахстана./Н.Г. Щепетков. - Алма-Ата: Кайнар, 1990. - 352с.

213. Эдельштейн В. И. Овощеводство. - М.: Сельхозиздат.- 1962.- 440 с.

214. Эшанкулова Р.У. Эффективность норм и соотношений минеральных удобрений под раннеспелый сорт репчатого лука Пешпазак в условиях Гиссарской долины. Автореферат диссертации… кандидата с.-х. наук.

Таджикский научно-исследовательский институт почвоведения, Душанбе, 2005.

215. Accola, P.: Isolierung von Zellkernen aus Zwiebelwurzeln. Ber. schweiz. bot. Ges. 70, 352-394 (1960).

216. Al-Omran, A. M. Effect of drip irrigation on squash (Cucurbita pepo) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits / A. M. Al-Omran, A. S. Sheta, A. M. Falatah, A. R. Al-Harbi // Agric. Water Manag. – 2005. – Vol. 73. – P. 43–55.

217. Al-Omran, A. M. Effect of saline water and drip irrigation on tomato yield in sandy calcareous soils amended with natural conditioners / A. M. Al-Omran // 2nd International Salinity Forum Salinity, Water and Society – Global Issues, Local Action. – 2010.

218. Annon, R. The technology of freshness for fruit and vegetables/ R. Annon. – Leaflet, 2005. P. 10.

219. Baroowa, S.R. Effekt of light intensity on dray matter production and energy utilization/ S.R. Baroowa. - Acta Botanica, 1973. – P. 273-280.

220. Barrs, H.D. Phychrometic measurement of leaf water potential: lak of error alt – rubutable to leaf permeability/ H.D. Barrs. – Sciece, 2005. – N. U. V. 296.– P. 126-136.

221. Bergmann W. Ernährungsstörungungen bei Kulturpflanzen. - Gustav: Fischer Verlag Jena, 1983. -614 s.

222. Brewster, J.L. Crop Production Science in Horticulture 3: Onions and other vegetables Alliums./ J.L. Brewster.- CAB Internatinal, 1994.

223. Brewster, J.L. Effect of photoperiod, nitrogen nutrition and temperature on inflorescence initiation and development in onion (Allium cepa L) / J.L. Brewster // Annals of Botany. - 2008. - V. 51. - P. 429-435.

224. De Melo, P. The root systems of onion and Allium fistulosum in the context of organic farming: a breeding approach/ PhD Thesis/ Wageningen Agricultural University. – 2003.

225. Dowker, B.D. Heritability of bulb shape in some north European onion varieties/ B.D. Dowker, J.F.M. Fennel //Ann.Appl.Biol.- 1974/- Vol.77/- P.61

226. Emsweller, S.L. An interspecific hybrid in Allium/ S.L. Emsweller, H.A. Jones //Hilgardia.1935 V.5.-N9.-P.265-273.

227. Evers, A. M. Effects of different fertilization practices on the growth, yield and dry matter content of carrot./ A. M. Evers // J. agr. Sc. in Finland. - 1988. - T. 60. -№2. - P. 135—152.

228. Geissler T. Hohe Effektivität der Stickstoffdüngüns in der Feldgemüseproduktion durch verbesserte Auslringung // Feldwirtschaft . - 1979. - 12. - 542-544.

229. Goodwin, P.B. Phytohrmones and development ot the vegetatine plants/ P.B. Goodwin// Phytohormones and related compounds: A comprehensive treatise Amsterdam etc: Biomet. Press. 1978: № VII. – P. 31-74.

230. Griffing B. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. – 1956. 10(1):31-50.

231. Jones, H.A. Complementary Factor for Light-Red Buld Color in Onions./ H.A. Jones, C.E. Peterson.- Proceeding of the American Society for Horticultural Science. – 1952. – Vol.59.- 457 p.

232. Kofoet, A. Inheritance of resistance to downy mildew (peronospora destructor [Berk.] Casp.) from Allium roulei. Stearn in the backcross Allium cepa L. x(A.roylei x A.cepa)/ A. Kofoet, C.Kit, A. Wietsma, de J.N. Vries //Plant Breeding. 1990. V. -105 P. 144-149.

233. Kuckuck, H. Handbuch der Pflanzen-Zuchtung, Band VI./ H. Kuckuck, G. Kobake, T. Roemer, W. Rudorf. Verlag Paul Parley: Berlin und Hamburg, 1962.

234. Lueser, H. Optimistic about autumn onions / H. Lueser // Arabe Farming. – 1974. – № 9. – V. 1. – P. 29.

235. Magruber, R. Bulb Formation in Some American and European Varieties of Jnions as Affected by Length of Day./ R. Magruber, H.A. Allard. – Jornal of Agricultural Research. – 1937. – Vol. 54, Part No. 10. – P. 719-752.

236. Magruber, R. Descrptions and Types of Principal American Varieties of Onion./ R. Magruber.- USDA, Miscellaneous Publication No. 435, Washington DC, 1941.

237. Michalic, H. Wplyw procesow technologicznych I skladowania warzyw na zawartosc azotanow i azotynow. / H. Michalic // Ogrodnictwo. - 1986. - 33. - 12: 8-9.

238. Michalik, H. Zawartosc azotanow a przechowywanie selerow korzeniowych. / H. Michalik, L. Umiecka // Ogrodnictwo. - 1988. - R. 25. - № 10. - S. 13-15.

239. Neilsen, C.H. Effect of organic waste amendements on soil properties and growth of horticultural crops. / C.H. Neilsen, D. Neilsen, E.J Houge// Can. J. Soil Sei. -1996.- 76.-№ 2.-S. 229.

240. Open field growing technology for onion [Электронный ресурс]— Seminis Vegetable Seeds. Monsanto Hungária Kft. Minden jog fenntartva.- 2010 Режим доступа: http://www.seminis.com/

241. Pause J. Technologie des gemuse baues unter glas. VEB Dentcsher Lanwirsts chafsveelag Berlin, 1968. – 289 s.

242. Peterka H. Budahn ., Interspecidic hybrids between onion (Allium cepa L.) with s-cytoplasm and leek (A. ampeloprasum)/Peterka H. Budahn, O. Schrader //Theor. Appl. Genet. 1997. V.94 P. 383-389.

243. Pflanzliche Erzeugung – 1997. – S. 320

244. Rabinowitch, H.D. Allium crop science: recent advances/edited by H.D. Rabinowitch, L. Currah. – 2002.- p. 635.

245. Rauh, W. Morphologie der Nutzpflanzer/ W.Rauh. – Heidelberg, 1950. – 310 s.

246. Reiman, G.H. Genetic Factors for Pigmentation in the Onion and their Relation to Disease Resistance./ G.H. Reiman. – Jornal of Agricultural Research. – 1931. – Vol. 42, No. 5. – P. 251-278.

247. Schuphan W. Qualitätserzengung von Gemüse nach ermährungsphysiolo gischen Gesichtpunkten . Die industrielle Obst- und Gemüsewerwertung // Braunschweig - 1967.- 52. -No 5. - 145-148 .

248. Snoek, N.J.e.a. Consulentschap in algemene dienst voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. /N.J.e.a. Snoek // Lelystad, 1988. - 51. -Teelthandleiding / Proeffstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. №24.

249. Subhan, Pengaruh macam dan dosis pupuk organik terhadap hasil kubis (Brassica oleracea var. capitata L.) kultivar Gloria/ Subhan // Bull. Penel. Hortik.-1987,-T. 15. № i.-p. 6-17.

250. Thompson, A. K. Fruit and vegetables: harvesting, handling, and storage /A.K. Thompson.- Oxford, UK. – 2003. – p.468.

251. Tiwari K. N. Feasibility of drip irrigation under different soil covers in tomato / K. N. Tiwari, P. K. Mal, R. M. Singh, A. Chattopadhyay // J. Agric. Eng. – 1998. – Vol. 35(2). – P. 41–49.

252. Van Der Meer, QP An interspecifi c cross between Allium roylei Stearn and Allium cepa L., and its backcross to A. cepa./ Van Der Meer QP, De Vries JN // Euphytica 1990.47: 29–31.

253. Virtanen, A. and Matikkala E.J. The isolation of S-methyl-L-cysteine sulphoxide and Sn-propyl-L-cysteine sulphoxide from onion (Allium cepa) and the antibiotic activity of crushed onion, Acta Chem Scand.- 1959.

254. Wright, C.J. The Photo-periodic Regulation of Bulbing in Onions (Allium cepa L.). Effects of Irradiance. / C.J. Wright, W.Y. Sobeigh.- Journal of Horticulturaal Science – 1986. – Vol. 61, Part. 3. – P. 311-335.

255. https://ab-centre.ru/news/posevnye-ploschadi-i-valovye-sbory-repchatogo-luka-v-rossii-itogi-2018-goda

256. http://fesada.ru/flora/vegets/onion/onion2.html

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Погодные условия вегетационного периода 2014 г.

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		2014 г.	среднемноголетние	% среднемноголетних	2014 г.	среднемноголетняя	± к среднемноголетней	2014 г.	среднемноголетняя	± к среднемноголетней
Май	I	23,2	14,0	165,7	9,6	9,6	0,0	61,9	63,5	-1,6
	II	13,4	17,0	78,8	16,4	11,5	4,9	67,4	62,0	5,3
	III	19,0	19,0	100,0	19,2	14,1	5,1	68,8	62,5	6,3
За месяц		**55,6**	**50,0**	**111,2**	**15,1**	**11,7**	**3,3**	**66,0**	**62,7**	**3,3**
Июнь	I	0,5	20,0	2,5	20,4	14,4	6,0	57,2	59,5	-2,3
	II	8,0	21,0	38,1	13,4	15,4	-2,0	72,9	60,0	12,9
	III	36,5	24,0	152,1	13,4	16,4	-3,0	75,0	61,5	13,5
За месяц		**45,0**	**65,0**	**69,2**	**15,7**	**15,4**	**0,3**	**68,3**	**60,3**	**8,0**
Июль	I	8,5	26,0	32,7	19,2	17,4	1,8	66,7	64,0	2,7
	II	4,0	27,0	14,8	20,2	17,8	2,4	64,7	65,5	-0,8
	III	0	27,0	0	21,3	17,7	3,6	54,4	67,0	-12,6
За месяц		**12,5**	**80,0**	**15,6**	**20,2**	**17,6**	**2,6**	**61,9**	**65,5**	**-3,6**
Август	I	22,0	25,0	88,0	22,2	17,1	5,1	68,4	69,0	-0,6
	II	10,0	23,0	43,5	19,5	15,9	3,6	75,1	70,5	4,6
	III	8,5	22,0	38,6	14,8	14,4	0,4	76,0	72,5	3,5
За месяц		**40,5**	**70,0**	**57,9**	**18,9**	**15,8**	**3,1**	**73,2**	**70,7**	**2,5**
Сентябрь	I	0	20,0	0	14,0	12,5	1,5	81,2	74,0	7,2
	II	2,0	18,0	11,1	11,9	10,8	1,1	72,8	78,0	-5,2
	III	9,8	17,0	57,4	10,3	8,1	2,2	75,5	78,0	-2,5
За месяц		**11,8**	**55,0**	**21,4**	**12,1**	**10,5**	**1,6**	**76,5**	**76,7**	**-0,2**
Октябрь	I	1,4	15,0	9,3	5,5	6,0	-0,5	73,4	79,0	-5,7
	II	21,2	15,0	141,3	5,8	4,0	1,8	85,0	80,0	5,0
	III	4,7	16,0	29,4	-0,1	3,5	-3,6	60,4	80,0	-19,6
За месяц		**27,3**	**46,0**	**59,3**	**3,7**	**4,5**	**-0,8**	**61,9**	**79,7**	**-6,8**
За май-октябрь		**192,7**	**366,0**	**52,6**	**14,3**	**12,6**	**1,7**	**69,8**	**69,3**	**0,6**

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Погодные условия вегетационного периода 2015 г.

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		2015 г.	сред-немно голет-ние	% сред-немно голет-них	2015 г.	сред-немно голет-няя	± к сред-немно голет-ней	2015 г.	сред-немно голет-няя	± к сред-немно голет-ней
Май	I	46,3	14,0	330,7	11,8	9,6	2,2	58,0	63,5	-5,5
	II	103,2	17,0	607,1	12,3	11,5	0,8	66,7	62,0	4,7
	III	91,5	19,0	481,6	18,4	14,1	4,3	70,8	62,5	8,3
За месяц		**241,0**	**50,0**	**482,0**	**14,2**	**11,7**	**2,4**	**65,2**	**62,7**	**2,5**
Июнь	I	0,8	20,0	4,0	17,5	14,4	3,1	51,8	59,5	-7,7
	II	70,0	21,0	333,3	17,7	15,4	2,3	59,1	60,0	-0,9
	III	116,2	24,0	484,2	18,6	16,4	2,2	76,7	61,5	15,2
За месяц		**187,0**	**65,0**	**287,7**	**17,9**	**15,4**	**2,5**	**62,5**	**60,3**	**2,2**
Июль	I	5,3	26,0	20,4	20,0	17,4	2,6	60,7	64,0	-3,3
	II	75,6	27,0	280,0	15,9	17,8	-1,9	75,0	65,5	9,5
	III	114,4	27,0	423,7	19,0	17,7	1,3	71,7	67,0	4,7
За месяц		**195,3**	**80,0**	**244,1**	**18,3**	**17,6**	**0,7**	**69,1**	**65,5**	**3,6**
Август	I	4,9	25,0	19,6	19,5	17,1	2,4	65,4	69,0	-3,6
	II	15,4	23,0	67,0	16,5	15,9	0,6	66,2	70,5	-4,3
	III	7,2	22,0	32,7	16,7	14,4	2,3	66,0	72,5	-6,5
За месяц		**27,5**	**70,0**	**39,3**	**17,6**	**15,8**	**1,8**	**65,9**	**70,7**	**-4,8**
Сентябрь	I	148,1	20,0	740,5	13,0	12,5	0,5	85,0	74,0	11,0
	II	1,6	18,0	8,9	13,6	10,8	2,8	73,4	78,0	-4,6
	III	24,3	17,0	142,9	14,9	8,1	6,8	72,4	78,0	-5,6
За месяц		**174,0**	**55,0**	**316,4**	**13,8**	**10,5**	**3,4**	**76,9**	**76,7**	**0,3**
Октябрь	I	22,2	15,0	148,0	6,5	6,0	0,5	75,1	79,0	-3,9
	II	4,8	15,0	32,0	4,4	4,0	0,4	75,1	80,0	-4,9
	III	13,6	16,0	85,0	1,3	3,5	-1,5	76,9	80,0	-3,1
За месяц		**40,6**	**46,0**	**88,3**	**4,1**	**4,5**	**-0,2**	**75,7**	**79,7**	**-4,0**
За май-октябрь		**865,4**	**366,0**	**236,4**	**14,3**	**12,6**	**1,8**	**69,2**	**69,3**	**0,0**

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Погодные условия вегетационного периода 2016 г.

Месяц	Декада	Осадки, мм			Среднесуточная температура воздуха			Среднесуточная относительная влажность воздуха, %		
		2016 г.	сред-немно голет-ние	% сред-немно голет-них	2016 г.	сред-немно голет-няя	± к сред-немно голет-ней	2016 г.	сред-немно голет-няя	± к сред-немно голет-ней
Май	I	0	14,0	0	14,8	9,6	5,2	50,2	63,5	-13,3
	II	0	17,0	0	12,9	11,5	1,4	66,4	62,0	4,4
	III	0	19,0	0	17,3	14,1	3,2	70,1	62,5	7,6
За месяц		**0**	**50,0**	**0**	**15,0**	**11,7**	**3,3**	**62,2**	**62,7**	**-0,4**
Июнь	I	40,3	20,0	201,3	13,6	14,4	-0,8	65,1	59,5	5,6
	II	15,0	21,0	71,4	18,9	15,4	3,5	67,1	60,0	7,1
	III	0	24,0	0	23,2	16,4	6,8	55,4	61,5	-6,1
За месяц		**55,3**	**65,0**	**85,0**	**18,6**	**15,4**	**3,2**	**62,5**	**60,3**	**2,2**
Июль	I	4,8	26,0	18,3	19,8	17,4	2,4	63,6	64,0	-0,4
	II	32,0	27,0	118,5	22,3	17,8	4,5	68,2	65,5	2,7
	III	31,0	27,0	114,8	22,8	17,7	5,1	68,6	67,0	1,6
За месяц		**67,8**	**80,0**	**84,7**	**21,6**	**17,6**	**4,0**	**66,8**	**65,5**	**1,3**
Август	I	27,5	25,0	110,0	22,2	17,1	5,1	65,6	69,0	-3,4
	II	83,0	23,0	360,9	18,9	15,9	3,0	74,6	70,5	4,1
	III	34,5	22,0	156,8	19,7	14,4	5,3	70,6	72,5	-1,9
За месяц		**145,0**	**70,0**	**207,1**	**20,3**	**15,8**	**4,5**	**70,3**	**70,7**	**-0,4**
Сентябрь	I	20,5	20,0	102,5	15,3	12,5	2,8	74,6	74,0	0,6
	II	14,5	18,0	80,6	11,5	10,8	0,7	78,1	78,0	0,1
	III	10,5	17,0	61,8	9,1	8,1	1,0	79,5	78,0	1,5
За месяц		**45,5**	**55,0**	**82,7**	**11,9**	**10,5**	**1,5**	**77,4**	**76,7**	**0,7**
Октябрь	I	2,0	15,0	13,3	10,5	6,0	4,5	82,7	79,0	3,7
	II	0	15,0	0	3,6	4,0	-0,4	73,2	80,0	-6,8
	III	0	16,0	0	0,6	3,5	-2,9	75,6	80,0	-4,4
За месяц		**2,0**	**46,0**	**4,3**	**4,9**	**4,5**	**0,4**	**77,2**	**79,7**	**-2,5**
За май-октябрь		**315,5**	**366,0**	**86,2**	**15,4**	**12,6**	**2,8**	**69,4**	**69,3**	**0,2**

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Динамика нитратного азота в пахотном слое почвы – 2015 г.

Фон питания	$N\text{-}NO_3$, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	1,4	2,1	1,6	0,61	1,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,5	2,9	8,7	2,6	3,9
NPK + KNO_3	1,6	2,7	8,2	1,4	3,5
NPK + Циркон	1,4	2,9	8,5	1,1	3,5
NPK + Тенсо Коктейль	1,4	3,1	8,8	1,2	3,6
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	1,7	2,8	8,3	1,0	3,5
Среднее по вар. NPK	1,5	2,9	8,5	1,5	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	1,6	1,9	1,5	0,53	1,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,5	3,1	7,6	1,8	3,5
NPK + KNO_3	1,4	3,2	7,9	1,2	3,4
NPK + Циркон	1,6	3,2	7,9	1,4	3,5
NPK + Тенсо Коктейль	1,6	3,4	7,7	1,2	3,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	1,5	3,2	7,8	0,86	3,3
Среднее по вар. NPK	1,5	3,2	7,8	1,3	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	1,7	2,2	1,5	0,72	1,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,9	2,9	8,5	3,4	4,2
NPK + KNO_3	1,8	3,2	8,6	2,6	4,1
NPK + Циркон	1,5	3,2	8,6	2,3	3,9
NPK + Тенсо Коктейль	1,5	3,1	8,5	2,5	3,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	1,7	2,9	8,6	2,4	3,9
Среднее по вар. NPK	1,7	3,1	8,6	2,6	

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Динамика нитратного азота в пахотном слое почвы – 2016 г.

Фон питания	$N\text{-}NO_3$, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	2,9	3,6	2,8	0,89	2,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,2	4,1	10,9	3,3	5,4
NPK + KNO_3	3,1	4,2	10,4	2,3	5,0
NPK + Циркон	3,3	4,3	9,7	2,0	4,8
NPK + Тенсо Коктейль	2,9	4,3	10,3	2,0	4,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	3,3	4,4	9,7	1,8	4,8
Среднее по вар. NPK	3,2	4,3	10,2	2,3	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	3,1	3,9	2,2	0,75	2,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,3	4,5	9,1	3,2	5,0
NPK + KNO_3	3,2	4,7	9,3	1,6	4,7
NPK + Циркон	3,3	4,4	9,2	1,3	4,6
NPK + Тенсо Коктейль	3,1	4,8	8,9	1,3	4,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	3,2	4,6	8,7	0,99	4,4
Среднее по вар. NPK	3,2	4,6	9,0	1,7	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	3,1	3,5	2,6	1,1	2,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,2	4,1	10,1	3,9	5,3
NPK + KNO_3	3,1	4,3	9,6	3,1	5,0
NPK + Циркон	2,9	4,0	9,8	2,8	4,9
NPK + Тенсо Коктейль	3,1	4,2	9,7	2,6	4,9
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	3,3	4,4	9,8	2,4	5,0
Среднее по вар. NPK	3,1	4,2	9,8	3,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Динамика подвижного фосфора в пахотном слое почвы – 2015 г.

Фон питания	P_2O_5, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	21,9	22,1	20,4	19,7	21,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	22,2	23,3	24,1	23,9	23,4
NPK + KNO_3	22,3	23,4	23,8	23,3	23,2
NPK + Циркон	22,5	23,1	23,8	23,1	23,1
NPK + Тенсо Коктейль	22,1	23,5	24,3	23,2	23,3
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	22,4	23,5	23,9	23,3	23,3
Среднее по вар. NPK	22,3	23,4	24,0	23,4	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	22,3	22,5	20,4	19,8	21,3
$N_{90}P_{90}K_{90}$	22,6	23,1	23,4	22,8	23,0
NPK + KNO_3	22,8	23,5	23,6	22,6	23,1
NPK + Циркон	22,4	22,9	23,6	22,1	22,8
NPK + Тенсо Коктейль	22,1	22,9	23,8	22,4	22,8
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	21,9	22,4	23,3	22,0	22,4
Среднее по вар. NPK	22,4	23,0	23,5	22,4	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	22,2	22,1	21,3	20,4	21,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	22,4	22,9	23,1	22,6	22,8
NPK + KNO_3	22,6	23	23,3	22,3	22,8
NPK + Циркон	22,5	23,3	22,9	21,8	22,6
NPK + Тенсо Коктейль	22,4	23,1	22,8	21,9	22,6
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	22,3	23,4	23,6	21,6	22,7
Среднее по вар. NPK	22,4	23,1	23,1	22,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Динамика подвижного фосфора в пахотном слое почвы – 2016 г.

Фон питания	P_2O_5, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	23,6	23,4	22,1	21,8	22,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,2	24,5	24,7	24,1	24,1
NPK + KNO_3	24,1	24,7	24,8	23,8	24,4
NPK + Циркон	23,5	24	25,1	23,9	24,1
NPK + Тенсо Коктейль	23,8	24,7	25,5	24,1	24,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	23,9	24,9	24,7	23,7	24,3
Среднее по вар. NPK	23,7	24,6	25,0	23,9	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	23,9	23,7	22,4	21,7	22,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,8	24,5	24,3	24,1	24,2
NPK + KNO_3	23,7	24,8	25	24,6	24,5
NPK + Циркон	24,2	25,1	24,8	24,3	24,6
NPK + Тенсо Коктейль	23,8	24,4	24	23,9	24,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	24,1	25,0	24,8	23,9	24,5
Среднее по вар. NPK	23,9	24,8	24,6	24,2	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	23,5	23,7	22,4	21,8	22,9
$N_{90}P_{90}K_{90}$	23,7	24,2	23,9	23,5	23,8
NPK + KNO_3	23,4	23,8	24,2	23	23,6
NPK + Циркон	23,5	23,8	24	23,1	23,6
NPK + Тенсо Коктейль	23,5	23,7	24,4	23,3	23,7
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	23,8	24,3	24,8	23,1	24,0
Среднее по вар. NPK	23,6	24,0	24,3	23,2	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Динамика подвижного калия в пахотном слое почвы – 2015 г.

Фон питания	K_2O, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	9,9	10,2	8,4	5,8	8,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,0	10,9	12,6	9,2	10,7
NPK + KNO_3	10,1	11,2	13,2	8,1	10,7
NPK + Циркон	9,7	10,5	13,1	7,8	10,3
NPK + Тенсо Коктейль	9,7	10,8	12,9	8,3	10,4
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	9,5	10,9	13,1	7,7	10,3
Среднее по вар. NPK	9,8	10,9	13,0	8,2	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	10,2	10,3	8,7	6,6	9,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,5	11,1	11,9	8,4	10,5
NPK + KNO_3	10,0	10,8	12,3	8,2	10,3
NPK + Циркон	10,3	11	11,7	7,8	10,2
NPK + Тенсо Коктейль	10,6	11,3	12,2	8	10,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,4	11,3	11,8	7,3	10,2
Среднее по вар. NPK	10,4	11,1	12,0	7,9	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	10,0	10,5	9,3	6,2	9,0
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,8	10,7	11,2	10,1	10,5
NPK + KNO_3	9,6	10,7	11,4	10,3	10,5
NPK + Циркон	10,1	11,2	11,5	10	10,7
NPK + Тенсо Коктейль	10,0	10,8	11,3	9,9	10,5
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,3	11	11,3	9,9	10,6
Среднее по вар. NPK	10,0	10,9	11,3	10,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Динамика подвижного калия в пахотном слое почвы – 2016 г.

Фон питания	K_2O, мг/100 г почвы на дату				
	22-25 апреля	13-17 мая	7-12 июля	II-III декады августа	среднее за вегетацию
Беннито F_1					
Без удобрений (к.)	11,8	12,3	11	7,3	10,6
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,1	13,2	14,9	11,6	13,0
NPK + KNO_3	12,2	13,4	15,1	11	12,9
NPK + Циркон	11,9	13,1	14,7	10,5	12,6
NPK + Тенсо Коктейль	12,3	13,5	14,9	11,7	13,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	12	13,1	15,2	10,2	12,6
Среднее по вар. NPK	12,1	13,3	15,0	11,0	
Поиск 012 F_1					
Без удобрений (к.)	12	12,5	10,2	7,2	10,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,1	13,1	14,4	9,8	12,4
NPK + KNO_3	12,4	13,3	14,5	9,2	12,4
NPK + Циркон	12	13,3	14,2	9,2	12,2
NPK + Тенсо Коктейль	11,9	12,8	13,9	9,6	12,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	11,9	13	14,1	8,9	12,0
Среднее по вар. NPK	12,1	13,1	14,2	9,3	
Первенец F_1					
Без удобрений (к.)	11,7	12	10,6	6,4	10,2
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,1	13,2	14,2	11,3	12,7
NPK + KNO_3	12,3	13	14	11,1	12,6
NPK + Циркон	11,9	13,3	14,4	10,9	12,6
NPK + Тенсо Коктейль	12,2	13,3	14,4	11,1	12,8
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	12	12,9	14,1	11,8	12,7
Среднее по вар. NPK	12,1	13,1	14,2	11,2	

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Урожайность гибридов лука репчатого по фонам питания – 2014 г.

Фон питания	Беннито F_1				Поиск 012 F_1			
	урожайность, т/га		% контроля	выход стандартной продукции, %			% контроля	выход стандартной продукции, %
	общая	стандартной продукции			общая	стандартной продукции		
Без удобрений (к.)	47,2	43,1	100,0	91,4	62,2	58,1	100,0	93,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	50,9	47,0	107,8	92,4	64,2	59,8	103,2	93,1
NPK + KNO_3	54,5	50,1	115,5	92,0	67,5	64,0	108,5	94,8
NPK + Циркон	56,8	52,6	120,3	92,6	66,6	63,3	107,1	95,0
NPK + Тенсо Коктейль	58,9	53,8	124,8	91,3	65,6	61,1	105,5	93,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	57,0	53,4	120,8	93,6	68,6	65,1	110,3	94,9
$НСР_{05}$	**1,2**				**1,5**			
В среднем по опыту	**54,2**	**50,0**	**114,9**	**92,2**	**65,8**	**61,9**	**105,8**	**94,1**

ПРИЛОЖЕНИЕ Л

Урожайность гибридов лука репчатого по фонам питания – 2015 г.

Фон питания	Беннито F_1				Поиск 012 F_1				Первенец F_1			
	урожайность, т/га		% контроля	выход стандартной продукции, %			% контроля	выход стандартной продукции, %			% контроля	выход стандартной продукции, %
	общая	стандартной продукции			общая	стандартной продукции			общая	стандартной продукции		
Без удобрений (к.)	40,3	31,1	100,0	77,1	50,7	42,3	100,0	83,4	46,1	36,6	100,0	79,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	48,6	40,3	120,6	83,0	43,7	34,5	86,2	79,0	48,2	36,2	104,6	75,1
NPK + KNO_3	51,8	42,4	128,5	81,9	55,2	47,3	108,9	85,7	50,6	41,2	109,8	81,4
NPK + Циркон	52,5	43,1	130,3	82,0	60,2	53,2	118,7	88,3	55,7	46,0	120,8	82,6
NPK + Тенсо Коктейль	51,4	40,6	127,5	78,9	48,1	38,5	94,9	80,1	53,5	43,2	116,1	80,7
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	53,3	45,3	132,3	84,9	49,4	41,1	97,4	83,1	50,9	41,2	110,4	80,9
$НСР_{05}$	**1,2**				**1,3**				**1,1**			
В среднем по опыту	**49,7**	**40,4**	**123,2**	**81,3**	**51,2**	**42,8**	**101,0**	**83,3**	**50,8**	**40,7**	**110,3**	**80,0**

ПРИЛОЖЕНИЕ М

Урожайность гибридов лука репчатого по фонам питания – 2016 г.

Фон питания	Беннито F_1				Поиск 012 F_1				Первенец F_1			
	урожайность, т/га		% контроля	выход стандартной продукции, %			% контроля	выход стандартной продукции, %			% контроля	выход стандартной продукции, %
	общая	стандартной продукции			общая	стандартной продукции			общая	стандартной продукции		
Без удобрений (к.)	24,1	22,1	100,0	91,6	44,3	41,9	100,0	94,6	33,6	29,7	100,0	88,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	24,4	21,4	101,2	87,6	52,6	50,2	118,7	95,4	25,3	21,7	75,3	85,8
NPK + KNO_3	26,0	23,9	107,9	92,0	53,7	52,1	121,2	97,0	26,6	23,3	79,2	87,6
NPK + Циркон	30,5	28,9	126,6	94,7	48,7	46,8	109,9	96,2	34,4	30,1	102,4	87,5
NPK + Тенсо Коктейль	30,4	28,6	126,1	94,2	51,9	50,6	117,2	97,4	32,2	28,7	95,8	89,1
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	33,4	31,3	138,6	93,7	61,7	60,7	139,3	98,3	32,3	28,0	96,1	86,7
$НСР_{05}$	**1,3**				**1,5**				**1,1**			
В среднем по опыту	**28,1**	**26,0**	**116,7**	**92,3**	**52,2**	**50,4**	**117,7**	**96,5**	**30,7**	**26,9**	**91,5**	**87,5**

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

Влияние удобрений на качество гибридов лука репчатого после уборки (2014 г.)

Вариант опыта	Беннито F_1						Поиск 012 F_1						Есаул F_1					
	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %
Без удобрений (к.)	11,5	3,7	59,0	4,0	7,0	11,0	9,5	3,3	65,0	3,9	1,1	4,9	9,4	6,3	50,0	7,1	2,4	9,5
$N_{90}P_{90}K_{90}$	12,0	2,6	73,0	2,8	4,1	6,9	9,7	4,4	70,0	4,2	2,6	6,8	11,3	4,1	47,0	4,1	2,5	6,6
NPK + KNO_3	11,6	2,2	115,0	2,6	4,0	6,5	9,2	4,4	69,0	3,8	2,2	5,9	9,6	4,8	90,0	4,3	0,8	5,1
NPK + Циркон	12,2	4,1	79,0	2,9	6,2	9,1	10,5	5,2	58,0	3,9	1,9	5,9	10,1	5,5	84,0	4,6	1,3	5,9
NPK + Тенсо Коктейль	11,2	3,1	105,0	2,2	3,9	6,1	10,0	3,0	88,0	4,9	0,0	4,9	9,7	3,7	58,0	4,4	1,5	6,0
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	11,8	3,0	65,0	2,6	5,1	7,7	10,0	4,8	84,0	4,1	1,6	5,7	10,8	4,4	107,0	4,1	2,5	6,5
Среднее по опыту																		

ПРИЛОЖЕНИЕ О

Влияние удобрений на качество гибридов лука репчатого после уборки (2015 г.)

Вариант опыта	Беннито F_1						Поиск 012 F_1						Первенец F_1					
	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %
Без удобрений (к.)	10,3	5,8	2,2	3,6	4,8	38,2	11,8	6,5	1,9	4,6	4,4	24,0	6,9	4,8	3,2	1,6	5,5	42,4
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,4	6,2	2,4	3,8	4,5	14,2	11,9	6,7	2,0	4,7	6,2	31,0	8,2	4,0	3,0	1,0	6,5	42,7
NPK + KNO_3	10,9	5,6	2,2	3,4	4,4	20,0	11,0	5,2	2,0	3,2	5,5	26,2	7,1	4,9	3,3	1,6	7,5	65,8
NPK + Циркон	10,7	6,1	2,1	4,0	4,8	20,2	9,5	5,1	1,8	3,3	5,5	31,6	6,7	4,4	3,0	1,4	6,5	67,6
NPK + Тенсо Коктейль	10,8	6,6	2,3	4,3	5,2	19,0	12,4	8,4	1,5	6,9	5,2	39,4	6,9	4,0	3,0	1,0	5,8	106,8
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,8	5,4	2,1	3,3	4,4	63,2	11,2	6,0	2,1	3,9	4,8	25,2	7,0	3,8	2,8	1,0	5,8	105,7
Среднее по опыту																		

ПРИЛОЖЕНИЕ П

Влияние удобрений на качество гибридов лука репчатого после уборки (2016 г.)

Вариант опыта	Беннито F_1						Поиск 012 F_1						Первенец F_1					
	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %	сухое вещество, %	витамин С, мг%	нитраты, мг/кг	моносахара, %	дисахара, %	сумма сахаров, %
Без удобрений (к.)	8,6	3,3	2,3	1,0	3,8	76	10,5	3,7	2,4	1,3	4,4	59	6,8	3,0	2,8	0,2	4,4	67
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,9	4,0	2,4	1,6	4,4	23	10,4	3,8	2,8	1,0	3,6	25	7,2	4,1	2,9	1,2	3,8	30
NPK + KNO_3	8,7	3,8	2,4	1,4	4,2	33	10,3	3,8	2,7	1,1	3,9	57	7,5	4,1	2,8	1,3	3,7	66
NPK + Циркон	9,0	3,7	2,5	1,2	4,3	37	10,9	4,0	2,7	1,3	4,4	73	7,1	4,2	2,7	1,6	2,9	77
NPK + Тенсо Коктейль	9,2	4,6	2,5	2,1	3,8	41	10,6	3,9	2,6	1,3	5,3	68	8,3	3,9	2,8	1,1	3,1	106
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	9,1	4,8	2,4	2,4	3,1	24	10,2	3,8	2,6	1,2	4,8	77	7,1	5,4	2,6	2,8	4,2	125
Среднее по опыту																		

ПРИЛОЖЕНИЕ Р

Химический состав гибридов лука репчатого (2015 г.)

Фон питания	Луковицы – основная продукция				Листья – побочная продукция				Доля основной продукции
	сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	
	%	% в сухом веществе			%	% в сухом веществе			
Беннито F_1									
Без удобрений (к.)	10,3	2,81	1,18	3,23	7,9	2,63	0,59	2,88	0,81
$N_{90}P_{90}K_{90}$	11,4	2,88	1,36	3,37	8,3	2,68	0,63	3,05	0,82
NPK + KNO_3	10,9	3,01	1,38	3,35	8,5	2,74	0,60	3,13	0,84
NPK + Циркон	10,7	2,93	1,43	3,49	8,7	2,70	0,68	3,24	0,83
NPK + Тенсо Коктейль	10,8	2,96	1,39	3,66	7,9	2,77	0,78	3,19	0,81
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,8	3,08	1,46	3,71	8,4	2,86	0,78	3,25	0,83
Среднее по NPK	**10,82**	**2,95**	**1,37**	**3,47**	**8,28**	**2,73**	**0,68**	**3,12**	**0,82**
Поиск 012 F_1									
Без удобрений (к.)	9,2	3,55	1,29	4,26	6,9	2,68	0,43	2,36	0,73
$N_{90}P_{90}K_{90}$	9,5	3,84	1,46	4,39	7,2	2,84	0,50	2,58	0,75
NPK + KNO_3	9,0	3,88	1,51	4,55	7,1	2,91	0,47	2,70	0,73
NPK + Циркон	9,3	3,97	1,55	4,57	7,3	2,93	0,45	2,74	0,73
NPK + Тенсо Коктейль	9,6	3,79	1,48	4,60	7,3	2,87	0,45	2,63	0,74
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	9,6	4,00	1,58	4,59	7,5	2,95	0,50	2,70	0,74
Среднее по NPK	**9,37**	**3,84**	**1,48**	**4,49**	**7,22**	**2,86**	**0,47**	**2,62**	**0,74**
Первенец F_1									
Без удобрений (к.)	11,5	3,12	1,25	3,97	7,4	2,23	0,67	1,98	0,74
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,8	3,27	1,39	4,18	7,3	2,29	0,71	2,23	0,72
NPK + KNO_3	11,6	3,33	1,44	4,22	7,9	2,34	0,74	2,31	0,72
NPK + Циркон	11,0	3,30	1,40	4,35	7,8	2,34	0,78	2,37	0,73
NPK + Тенсо Коктейль	11,4	3,37	1,51	4,33	7,5	2,41	0,72	2,29	0,75
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	11,1	3,46	1,56	4,42	7,2	2,40	0,75	2,43	0,72
Среднее по NPK	**11,23**	**3,31**	**1,43**	**4,25**	**7,52**	**2,34**	**0,73**	**2,27**	**0,73**

ПРИЛОЖЕНИЕ С

Химический состав гибридов лука репчатого (2016 г.)

Фон питания	Луковицы – основная продукция				Листья – побочная продукция				Доля основной продукции
	сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	сухое вещество	N	P_2O_5	K_2O	
	%	% в сухом веществе			%	% в сухом веществе			
Беннито F_1									
Без удобрений (к.)	9,9	2,31	1,02	2,97	6,5	2,29	0,49	2,60	0,87
$N_{90}P_{90}K_{90}$	10,2	2,40	1,10	3,13	6,7	2,42	0,69	2,97	0,78
NPK + KNO_3	9,9	2,45	1,20	3,27	6,3	2,44	0,60	2,99	0,82
NPK + Циркон	10,5	2,69	1,29	3,31	6,1	2,62	0,60	2,98	0,77
NPK + Тенсо Коктейль	10,0	2,60	1,25	3,40	6,5	2,49	0,62	2,99	0,83
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,4	2,72	1,30	3,39	6,2	2,54	0,58	2,89	0,83
Среднее по NPK	**10,15**	**2,53**	**1,19**	**3,25**	**6,38**	**2,47**	**0,60**	**2,90**	**0,82**
Поиск 012 F_1									
Без удобрений (к.)	6,2	3,29	1,11	3,94	4,9	2,46	0,31	2,12	0,79
$N_{90}P_{90}K_{90}$	7,3	3,32	1,20	4,27	5,4	2,48	0,36	2,44	0,79
NPK + KNO_3	6,8	3,50	1,27	4,27	5,7	2,53	0,33	2,42	0,77
NPK + Циркон	6,9	3,71	1,37	4,47	5,3	2,67	0,39	2,48	0,77
NPK + Тенсо Коктейль	7,2	3,45	1,16	4,36	5,5	2,65	0,45	2,35	0,80
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	6,4	3,62	1,18	4,53	4,9	2,79	0,38	2,44	0,78
Среднее по NPK	**6,80**	**3,48**	**1,22**	**4,31**	**5,28**	**2,60**	**0,37**	**2,38**	**0,78**
Первенец F_1									
Без удобрений (к.)	10,9	2,86	1,03	3,63	5,8	2,01	0,45	1,80	0,78
$N_{90}P_{90}K_{90}$	8,4	2,97	1,01	3,70	5,7	2,13	0,57	1,85	0,76
NPK + KNO_3	10,4	2,77	1,08	3,52	5,5	2,18	0,58	1,85	0,74
NPK + Циркон	9,4	2,90	1,20	3,65	5,0	2,04	0,64	1,83	0,77
NPK + Тенсо Коктейль	11,6	2,69	1,23	3,73	5,5	2,17	0,58	1,81	0,81
NPK + KNO_3 + Циркон + Тенсо Коктейль	10,3	2,70	1,10	3,48	5,8	2,24	0,55	1,87	0,74
Среднее по NPK	**10,17**	**2,82**	**1,11**	**3,62**	**5,55**	**2,13**	**0,56**	**1,84**	**0,77**