

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

С.А. ТАРАСЕНКО, С.В. БРИЛЕВА, О.А. БЕЛОУС

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
В АГРОЦЕНОЗАХ**

Монография

Гродно 2008

УДК 633.88 (476.6)

Тарасенко, С.А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах : монография / С.А. Тарасенко, С.В. Брилева, О.А. Белоус. – Гродно : ГГАУ, 2008. – 191 с. ISBN 978-985-6784-45-6

В монографии освещены результаты исследований продукционного процесса валежины лекарственной и пустыря пятапастного в агроценозах в условиях полевых культур, установлены изменения физиолого-биохимических особенностей растений в процессе их роста и развития (накопление биомассы, образование ассимилирующей поверхности, биосинтез фотосинтетических пигментов, формирование фотосинтетического потенциала, потребление основных элементов минерального питания и другие). Показана возможность активизации продукционного процесса, повышения урожайности и улучшения качества лекарственного растительного сырья путем применения средств химизации. Дана экономическая и агрономическая оценка эффективности их применения.

Книга предназначена для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов высших биологических и сельскохозяйственных учебных заведений, руководителей и специалистов СПК и фермерских хозяйств.

Табл. 37, ил. 21.

Рекомендовано научно-техническим советом УО «Гродненский государственный аграрный университет».

Рецензенты: член корреспондент НАН Беларуси, доктор биологических наук, профессор А.Г. Мойсеенко;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н.Н. Семененко.

ISBN 978-985-6784-45-6

© Тарасенко С.А., Брилева С.В., Белоус О.А., 2008
© УО «Гродненский государственный аграрный университет», 2008

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АДФ	– аденозиндифосфат
АТФ	– аденозинтрифосфат
Ацетил-КоА	– ацетилкофермент А
ДНК	– дезоксирибонуклеиновая кислота
ИЛП	– индекс листовой поверхности
КПД ФАР	– коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации
НАДН⁺ + Н⁺	– никотинамидадениндинуклеотид восстановленный
НАДФН⁺ + Н⁺	– никотинамидадениндинуклеотидфосфат восстановленный
п.п.	– процентный пункт
РНК	– рибонуклеиновая кислота
УТФ	– уридинтрифосфат
ФАД	– флавинадениндинуклеотид
ФП	– фотосинтетический потенциал
ФС-1	– фотосинтетически активная система 1
ФС-2	– фотосинтетически активная система 2
ХИ	– хлорофилловый индекс
ЦК	– цикл Кальвина

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших задач агропромышленного комплекса Республики Беларусь является повышение эффективности возделывания основных сельскохозяйственных культур и, прежде всего, тех, которые имеют импортозамещенную направленность, в том числе, и лекарственных растений. Несмотря на большие достижения в области синтеза лекарственных препаратов, использование лекарственных растений не только не снижается, но и заметно возрастает. Все большее развитие получает фитотерапия – научно обоснованное лечение лекарственными травами, принятыми в медицинской практике. В республике из общего количества лекарственных средств, принятых фармакопеей, около 40% составляют препараты растительного происхождения [209]. В отличие от синтетических препаратов, применение лекарственных растительных средств, содержащих необходимые лечебные начала в соотношениях, оптимально сбалансированных в процессе эволюции человека и растений самой природой и в форме, естественной для человеческого организма, следует рассматривать как наиболее эффективный физиологичный метод нормализации обменных процессов и восстановления функциональных возможностей организма. Вместе с тем метод фитотерапии наиболее понятен и доступен широким слоям населения [206].

Натуральные препараты из лекарственных трав, тысячелетиями служившие людям как основные лекарственные средства, в 20 и 21-х веках были сильно потеснены химиопрепаратами, действующими, как правило, более быстро и сильно и, являющимися незаменимыми при оказании срочной помощи. Тем не менее растительное лекарственное сырье является достаточно эффективным, хорошо проверенным и надежным средством лечения. Оно отвечает всем условиям, предъявляемым к лекарствам, а потому и не требуют какого-либо улучшения или замены на более сильные. Натуральные лекарственные препараты из растений, как правило, действуют более медленно, мягко, не накапливаются в организме, не дают побочных эффектов, то есть, лишены именно тех недостатков, которые нередко наблюдаются у химически чистых веществ [46].

Важным преимуществом растительного лекарственного сырья является то, что растения, будучи продуктом питания человека и животных и, тем самым, неразрывной частью всего живого мира, содержат сложные комплексы биологически активных веществ в течение миллионов лет приспособленных к воздействию на живые организмы. Именно наличием таких комплексов, состоящих возможно из десятков или более отдельных химических соединений, объясняется способность натурального препарата вызывать иногда значительный положительный эффект там, где отдельные соединения, выделенные из того же растения, оказываются малоэффективными. До сих пор, например, не удается выделить из корня валерианы соединения, вызывающего столь же сильный эффект, как настойка этого растения [45].

Источником лекарственного растительного сырья являются лекарственные растения, произрастающие и заготавливаемые как в естественных биоценозах, так и возделываемые в условиях сельскохозяйственной культуры (агроценозы). В настоящее время при возрастающем антропогенном воздействии на окружающую среду, неконтролируемом и интенсивном сборе лекарственных растений, второе направление представляется наиболее перспективным. Оно позволяет в значительной мере сохранить биоразнообразие нашей флоры, приумножить богатство видового состава лекарственных растений [29].

В современных условиях развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь одной из важнейших задач является полное обеспечение фармацевтической промышленности лекарственным растительным сырьем собственного производства [116, 122]. В соответствии с принятыми Государственными программами развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-ароматических растений (Постановление Совета Министров РБ от 18.08. 2000 г. № 1319, Постановление Совета Министров РБ от 5.07.2005 г. № 749), общее производство лекарственного растительного сырья к концу реализации программ должно составить более 1100 тонн сухой массы, а общая площадь посева лекарственных трав должна достигнуть 520 гектаров [51]. Важнейшими культурами, возделываемыми в Республике Беларусь, являются валериана лекарственная и пустырник пятилопастный, посевные площади которых в 2010 году должны

составить 297 и 44 гектаров, а производство лекарственного растительного сырья 302,5 и 67 тонн соответственно.

В настоящее время в Республике Беларусь выращиванием лекарственных растений занимается около 30 сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств. Невысокая урожайность основных лекарственных культур приводит к тому, что годовой объем производства составляет около 200-215 тонн. Республика обеспечена собственным растительным лекарственным сырьем всего на 20-30% от общей потребности в нем и вынуждена тратить значительные валютные средства на приобретение этого вида сельскохозяйственной продукции за рубежом [116]. В то же время погодно-климатические и почвенные условия нашей республики [3, 24, 72, 73] приемлемы для возделывания большинства лекарственных растений, сырье которых приобретает за границей (за исключением некоторых, весьма экзотических видов).

Низкая продуктивность лекарственных растений связана с тем, что существующая в настоящее время технология их возделывания в значительной степени устарела. Она основывается на агротехнических приемах и технологиях середины 20 века и, естественно, не отражает тех изменений, которые произошли в последние годы в системе применения удобрений, средств защиты растений, стимуляторов роста, в приемах обработки почв и в других элементах современных технологий возделываемых культур. Возникает настоятельная необходимость повышения продуктивности основных лекарственных растений путем улучшения физиолого-биохимических параметров растительных организмов. Основной процесс образования органического вещества в зеленых растениях – фотосинтез, требует детального изучения. Именно благодаря ему образуется биомасса растений, формируется урожайность и качество сельскохозяйственных культур.

Научная новизна и практическая значимость представленных в монографии материалов заключается в том, что впервые для условий дерново-подзолистых почв Западного региона Республики Беларусь установлены закономерности развития продукционного процесса лекарственных растений и возможность его активизации за счет применения удобрений и стимуляторов роста; определены наиболее эффективные дозы навоза, NPK,

виды и дозы стимуляторов роста, обеспечивающие максимальный прирост органического вещества, наиболее активное формирование ассимиляционной поверхности, потребление питательных элементов и образование фотосинтетических пигментов; установлены особенности положительного действия удобрений и стимуляторов роста растений на формирование урожайности и качества лекарственных растений.

1 ВАЛЕРИАНА ЛЕКАРСТВЕННАЯ И ПУСТЫРНИК ПЯТИЛОПАСТНЫЙ – ОСНОВНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ В АГРОЦЕНОЗАХ БЕЛАРУСИ

1.1 Биологические особенности валерианы лекарственной

Валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства валериановых (*Valeriana-ceae*). Это одно из древнейших лекарственных растений, о его целебных свойствах сообщали еще врачи Древней Греции и Рима. Название валериана произошло в средние века от латинского глагола «*valere*», означающего «быть здоровым» [132, 143].

Валериана лекарственная рассматривается как сборный вид, в который включаются ряд мелких видов близких между собой, многие из которых некоторые авторы считают отдельными самостоятельными видами. Таким образом, валериана лекарственная – это чрезвычайно полиморфный, морфологически подвижный вид [53, 68, 193]. Как отмечает Ю.Н. Горбунов [47], он представляет собой молодую группу таксонов, находящуюся в процессе экологической, хромосомной и морфологической дифференциации, что вызывает значительные трудности при ее классификации. По его мнению [49], *Valeriana officinalis* L. относится к Genus *Valeriana* L., Subgen I. *Valeriana*, входит в секцию *Rhizophorae* Grub, подсекцию (Subsect) *Officinales* (Grub.) Gorbunov, в ряд *Officinales*.

Валериана лекарственная – травянистое растение. Ее корневище вертикальное, короткое, составляющее в длину в 2-4 см в природе, а в культуре – до 10 см. От корневища развиваются многочисленные тонкие придаточные корни, толщина которых в высушенном состоянии 0,5-1 мм [68]. От придаточных корней отходят тонкие мочковатые корни второго и третьего порядка [60]. В верхней части корневища закладываются ростовые почки, из которых обычно на втором году жизни развивается один или несколько стеблей высотой, в зависимости от вида, от 20 см до 2-х м. Корневища и корни обладают сильным специфическим запахом и имеют светло-кремовую или бурую окраску, вкус пряный, сладковато-горький [173].

Стебель единственный (или групповой), прямостоячий, внутри полый, зеленый или с антоциановой окраской [37, 94]. Стебель в верхней части ветвистый, цилиндрический, бороздчатый, голый или опушенный в нижней части [205].

В первый год жизни листья у валерианы лекарственной только розеточные. Появляющиеся на второй год стеблевые листья – супротивные, очень редко очередные или мутовчатые (по три-четыре), непарноперисторассеченные и с 4-11 парами сегментов [101, 163]. Прикорневые листья с длинными желобоватыми черешками, при основании часто лохматые, без прилистников, стеблевые листья – нижние, короткочерешковые, а верхние сидячие. Пластинка наиболее развитых листьев длиной 7-25 см, шириной 3-10 см с 6-8 парами долек, черешок длиной 3-15 см. К верхушке стебля размер листьев уменьшается. Они голые или опушенные с обеих сторон, или только с нижней стороны; форма их также различна: у некоторых видов они узкие, линейные или линейно-ланцетовидные, у других более широкие, ланцетовидные, по краю цельные или крупнозубчатые. Нижние листья, отстающие друг от друга, верхние – сближенные, сливающиеся своими основаниями [44].

Соцветие обычно ветвистое, рыхлое, длиной до 30 см, шириной 15 см, нижние ветви пазушные длиной до 10 см. Отдельные части соцветия в форме сложных щитков [115]. Прицветники зеленые, иногда с антоциановым окрашиванием, яйцевидно-ланцетные, 3-4 мм длины и около 1 мм ширины [36, 189].

Цветки обоеполые, мелкие, душистые; венчик бледно-лиловый или почти белый, иногда интенсивно сиреневый, длиной 3-5 мм, воронковидный, отгиб неправильно пятилопастной, длиной 1-1,5 мм. Трубка венчика у основания с однобоким мешковидным вздутием. Зубцы чашечки во время цветения почти незаметны, при плодах разрастаются в хохолок из сросшихся основаниями перистых остевидных лучей. Тычинок 3, выступающих из трубки венчика. Завязь нижняя, трехгнездная, с трехраздельным рыльцем [8]. Цветет с конца мая до августа на втором году жизни [36, 189, 161]. Продолжительность цветения одного цветка составляет 2-6 дней [78, 211]. Г.К. Крейер [81] отмечает, что валериана лекарственная является перекрестноопыляющимся растением. Но в отдельные годы возможно и автогамное опы-

ление. Почти в равной степени возможно опыление ветром, в пределах соцветия, куста и между растениями (пыльца может переноситься на расстояние до 150 м) [79].

Нет единого мнения, как называть плод валерианы. Он синкарпный нижний тримерный обычно называется «аггедула» [117]. На верхушке плода располагается 10-12-ти лучевой хохолок, представляющий собой разросшуюся чашечку. Ю.Н. Горбунов [48] отмечает, что его можно назвать «семянкой», но обязательно с определением «тримерная синкарпная». Также встречаются и такие названия плода валерианы: «орех, костянка» [7]; «сухой ореховидный» [91]. Плоды в очертании линейно- или продолговато-ланцетные, бурые, плоские, с обеих или с дорсальной стороны голые [60].

Цветение и созревание семян у валерианы лекарственной очень растянуто. В одном и том же соцветии одновременно можно наблюдать бутоны, цветки, созревающие и осыпавшиеся плоды [88].

Сухие семена валерианы прорастают при температуре около 5⁰С, а стратифицированные семена – при 2-3⁰С. Оптимальная температура прорастания находится в пределах 20-30⁰С. На свету семена прорастают несколько лучше, чем в темноте. Период их покоя длится от 1 до 3 месяцев. Стратификация семян не повышает их всхожести, а лишь значительно ускоряет прорастание. Семена валерианы при хранении сравнительно быстро теряют всхожесть. Жизнеспособность семян валерианы, как установлено опытами ВИЛАР (Всесоюзный институт лекарственных ароматических растений), зависит от их влажности и условий хранения [69]. Как показывают данные С. Илиевой [68], при хранении семян валерианы в течение 5 месяцев, всхожесть их составляет 60%, в течение 10 месяцев – 50-60%, 15 месяцев – 43%, 20 месяцев – 30% и через 23-27 месяцев они полностью теряют свою жизнеспособность. Непосредственно после уборки семена показывают высокую всхожесть – 99%.

При оптимальных сроках ранневесеннего посева всходы появляются на 8-12 день. С глубины более 2,5 см всходы почти не появляются. Через 13-18 дней после появления всходов начинают образовываться настоящие листья. Розетка листьев развивается до осени, с наступлением осенних холодов отмирает [56,

244, 255, 267]. На второй и последующие годы вегетации отращивание валерианы происходит подснежно, сразу после схода снега растения имеют розетку из зачатков листьев антоциановой окраски, начало бутонизации наступает через 45-55 дней, а созревание семян через 75-110 дней после схода снега. Семена созревают очень неравномерно. С момента оплодотворения цветка до созревания плода проходит 8-12 дней. Даже не полностью созревшие семена легко осыпаются, особенно в ветреную и дождливую погоду. Окраска зрелых семян светло-коричневая, недозревших – светло-бурая или зеленовато-желтая. Старые невсхожие семена часто приобретают темно-коричневую окраску. Масса 1000 семян 0,4-0,6 г [105].

Валериана лекарственная – очень выносливое растение из-за присущей ей экологической пластичности. В естественной обстановке некоторые виды (например, *Valeriana palustris* Kreyer) могут произрастать в условиях избыточного застойного увлажнения, другие, напротив, мирятся с засушливыми условиями степей. Как отмечает В.Н. Ворошилов, опыт выращивания многочисленных видов и форм лекарственной валерианы подтвердил ее высокую экологическую приспособляемость к различным условиям внешней среды [36].

Валериана – достаточно влаголюбивое растение. Она предпочитает пониженные места с близкими грунтовыми водами [60,69]. Однако, как утверждают И.Д. Семенихин, Н.И. Коломиец, Э.С. Бойченко и другие, валериана при переувлажнении образует мало корней [166, 164]. При пересыхании поверхностного слоя почвы ее корни продолжительное время остаются живыми и при увлажнении продолжают расти. Поэтому укоренившиеся всходы и взрослые растения выносят длительную засуху. Наиболее чувствительны к почвенной и воздушной засухе проростки на начальном этапе онтогенеза, а в период от появления семядольных листьев на поверхности почвы до образования первого придаточного корня от почвенной и воздушной засухи наблюдается массовая гибель всходов. Этому мнению придерживаются Н.Я. Ицков, П.Т. Кондратенко [69], А.А. Махов [106].

Произрастая в природных условиях на самых разнообразных почвах, в культуре валериана дает удовлетворительные урожаи только на плодородных участках легкого и среднего

гранулометрического состава. Хорошие урожаи получают на осушенных и окультуренных торфяниках [43, 60, 69, 76, 107, 165, 205]. Растения предпочитают почвы с pH 6-7, то есть имеющие нейтральную или слабокислую реакцию [69, 281]. Хотя, с другой стороны, часть авторов утверждает, что валериана легко осваивается на среднекислых почвах [166]. Плохо валериана произрастает на тяжелых глинистых, бесструктурных, распыленных почвах с низким содержанием гумуса, а также для нее совершенно непригодны заболоченные и переувлажненные земельные участки [44, 76, 105, 117]. На тяжелых почвах валериана образует большое количество мелких корней [170, 236]. Но, по мнению многих авторов (И.Д. Семенихина, Н.И. Коломиеца, Н.Т. Конона и других), на тяжелых суглинистых и глинистых высокоокультуренных почвах можно выращивать высокий урожай корней валерианы, но уборка его связана с большими потерями, поэтому экономически невыгодна [164]. В бывшем Советском Союзе самые высокие урожаи корней и корневищ получали на осушенных торфяниках [131, 200].

В отношении условий освещения валериана также проявляет чрезвычайную пластичность. Даже в пределах одного и того же вида нередко встречаются особи как в условиях очень большого затенения в глубоких оврагах и в тенистых лесах, так и на совершенно открытых местах. Но, как показали опыты ученых на Украине, затенение сильно снижает урожай валерианового корня. Так, без затенения средний вес сухого корня с одного растения был 25,3 г, при условии среднего затенения (70% полного освещения) 18,3 г и при сильном затенении (35% полного освещения) – 9,4 г [36].

В связи с высокой пластичностью валериана по отношению к освещенности может быть высеяна как в чистых посевах, так и под покров других культур [36, 60, 92]. Подпокровные посевы валерианы, при условии достаточной обеспеченности влагой, дают высокий урожай корней на второй год вегетации [17, 60]. Однако, как утверждает ряд авторов (И.Д. Семенихин, Н.И. Коломиец, Н.Т. Конон, Л.А. Евтушенко и другие), в западных районах Украины и Белоруссии посевы валерианы под покров зерновых не всегда удаются [164].

По отношению к длине дня виды валерианы лекарственной относятся в своем большинстве к растениям, зацветающим при удлиняющихся днях. Они могут быть растениями длинного дня, реже – нейтральными по отношению к фотопериоду. По данным опытов ВИЛАР (Ю.К. Кондратенко), пребывание валерианы в различных фазах развития (всходы, розетка) на различной длине дня (8, 10, 12 и 14 часов и естественный день) не сказалось на ее росте и развитии [69].

В культуре валериана обладает довольно значительной холодостойкостью. Укоренившиеся всходы не повреждаются заморозками, а развитые растения обладают высокой зимостойкостью и выдерживают продолжительное промерзание точек роста до минус 10-15⁰С. Исследования С. Илиевой также показали, что при понижении температуры до 15-20⁰С ниже нуля и в бесснежные зимы растения не вымерзают [68]. В фазе семядольных листочков всходы валерианы не зимуют; они чувствительны к почвенной корке, присыпке почвой и заиливанию при ливневых дождях [41, 105, 166]. Стадия яровизации у валерианы заканчивается в фазе хорошо развитой розетки в возрасте не менее 3 месяцев. Яровизация проходит при понижении температуры до +2⁰С [69].

В условиях Республики Беларусь до настоящего времени возделывается сорт валерианы лекарственной – Кардиола, который выведен в ВИЛАР методом массового отбора из популяции Воронежской области. Районирован по Гродненской области с 1981 года. Растение прямостоячее, ветвистое, высотой 150-200 см. Стебель грубобороздчатый, число цветоносных ветвей 3-5. Стеблевой лист перистый, тонкий, ярко-зеленый, без антоциана. Соцветие головчатое с 2-4 парами полусонтиков. Цветок белый, розовый или лиловый. Семянка голая, редк опушенная, коричневая. Вегетационный период в первый год 150-160 дней, во второй – 100-120 дней. Зимостойкость сорта 4,5 балла, засухоустойчивость 5 баллов [8, 41].

В результате применения традиционного метода селекционного отбора выведен еще один высокопродуктивный сорт валерианы – Маун. Исходным материалом служил сорт Кардиола. Отмечается дружным прорастанием семян. Морфологически схож с исходной формой, некоторые различия имеются по величине листьев. Растение компактное, высота 1,5 - 1,9 м. Сорт ха-

рактизуется интенсивным ростом подземных органов. Он достаточно зимостойкий и засухоустойчивый, слабо повреждается болезнями [92].

1.2 Химический состав, урожайность и качество валерианы лекарственной и их изменения под действием удобрений

Использование биомассы валерианы лекарственной обуславливается ее химическим составом. Первые сведения о применении этого растения в качестве лекарственного сырья относятся к первому веку нашей эры. У Диоскорида и Плиния Старшего она описывается под названием «фу» как средство, применяемое в виде сухой травы и измельченных корней в чистом виде и в настоях на воде при «грудных болезнях» и в качестве мочегонного средства.

В 18 веке валериана и различные ее препараты были включены в фармакопеи всех европейских стран, однако применение ее в то время было основано только на эмпирических данных.

Первые, более или менее обстоятельные работы, по изучению ее свойств относятся ко второй половине 19 века [36, 80, 168].

В настоящее время официальная медицина широко использует корневища и корни этого растения, но основные действующие вещества точно не установлены. Поэтому в мировой литературе встречаются противоречивые сведения по этому поводу [68].

Отмечается, что корни и корневища валерианы содержат эфирное масло, содержание которого в зависимости от условий среды, сорта, вида, агротехники выращивания, времени уборки, колеблется от 0,5-3,5%. В его основе летучий валерианоборнеоловый эфир – борнилизовалерианат [143]. Согласно исследованиям Е.П. Шмерко и И.Ф. Мазана [206], эфирного масла больше содержится в корнях, чем в корневищах. Поскольку массовое отношение между корнями и корневищами у культивируемых растений смещено в сторону корней, то, следовательно, плантационное сырье более эфиромасличное. Кроме эфирного масла корни содержат 10 активных алкалоидов – валерин, хатинин и другие; гликозиды-валерозиды АВС, валепотриаты, изовалериановую кислоту, дубильные вещества, сахара, а также ряд органических кислот – уксусную, яблочную, стеариновую, пальми-

тиновую, муравьиную; проазулен и другие химические соединения [49, 214]. Особо следует выделить валериановую кислоту, она также как и эфирное масло, обладает высокой биологической активностью [39, 44, 126, 148]. Главными биологически активными веществами, обуславливающими седативные действия, считаются также валепотриаты, привлекавшие большое внимание за рубежом. Об этом свидетельствуют работы ряда зарубежных авторов: N.L. Marekov, F. Frosch, J. Holze, U. Koch, R. Hansel, J. Schulz [263, 235, 245, 251]. По химическому строению они представляют собой производные валериановой, гидроксивалериановой и уксусной кислот [277, 278, 280].

Подземная и надземная части растения содержат стероиды, фенолкарбоновые кислоты (гидроксикоричная), стебли – флавоноид апигенин, листья – флавоноид кемпферол [192]. Данные соединения определяют согласно существующим методикам [127, 128]. В целом, в корневищах и корнях валерианы лекарственной идентифицировано более 100 соединений, из них 69 компонентов эфирного масла, 16 аминокислот, не менее чем 15 органических кислот, 10 алкалоидов и другие вещества. Длительное время ни одна из групп природных соединений не получала общего признания, как главная действующая часть, и сложилось мнение о комплексе действующих веществ валерианы [192].

Поэтому в научной медицине валериана используется в виде настоя, густого экстракта, а также в составе многих комплексных препаратов корневищ с корнями валерианы: валокордин, валокормид, валидол и многие другие. Помимо указанных, растение входит в состав ряда таблетированных препаратов, сборов (чая), настоев, отваров [80].

Препараты валерианы обладают успокаивающим, спазмолитическим и слабым желчегонным действием, снижают активность ретикулярной формации ствола мозга и широко используются для лечения неврозов, соматических заболеваний, сопровождающихся повышенной возбудимостью. Валериана устраняет спазмы сердца, желудочно-кишечного тракта, желчных путей и печени [39, 64, 80].

Изучением особенностей физиологических процессов у валерианы лекарственной занимались белорусские ученые: Ж.А. Рупа-

сова, В.Р. Русаленко, В.А. Игнатенко, Р.М. Рудаковская, И.П. Афанаскина [153, 154, 156].

Согласно их исследованиям, в спектре макроэлементов ведущее положение во всех частях растения принадлежало калию и в меньшей степени – азоту. На протяжении вегетационного периода количество первого элемента в большинстве молодых растений второго года жизни варьировало: в листьях – от 29 до 42, в цветущих стеблях и генеративных органах – от 28 до 44, в корнях – от 14 до 31 мг/г сухого вещества. Но самое высокое содержание было в черенках листьев – от 37 до 53 мг/г. Это связано с тем, что при всей полифункциональности иона калия в растениях, который принимает участие в процессах фотосинтеза, дыхания, синтеза белков, наиболее важная его роль в транспорте ассимилятов, в том числе и углеводов. Этим и объясняется первостепенное накопление калия в активно метаболических проводящих путях растений валерианы, по сосудистым системам которых осуществляется транспорт сахаров из ассимиляционных частей в другие органы.

Изучение физиолого-биохимических основ развития продукционного процесса валерианы лекарственной показывает, что органические, минеральные удобрения и стимуляторы роста растений оказывают положительное влияние на увеличение биомассы растений, изменение физиологических параметров культуры и формирование фотосинтетического аппарата [175, 178, 179].

Уровень относительного количества азота в разных органах валерианы независимо от возраста растений варьирует в диапазоне от 7 до 41 мг/г сухой массы. Затем в порядке снижения концентраций идут кальций, фосфор и магний. В спектре микроэлементов доминирующее положение занимает железо, затем идут марганец, цинк, бор, медь и кобальт [153].

В ходе изучения биопродукционного процесса в растениях валерианы лекарственной было отмечено, что независимо от возраста культуры, основное накопление пластических веществ в подземных органах, которые являются товарной частью урожая, происходит в августе – сентябре. Это сопровождается значительным повышением количества в них элементов минерального питания.

А.М. Рабинович констатирует, что корневища и корни валерианы накапливают такие макроэлементы (мг/г), как: К – 7,80; Са – 2,10; Mg – 1,80; Fe – 0,50., а из микроэлементов: Mn – 0,20; Cu – 0,12; Zn – 0,36; Cr – 0,13; Ba – 0,27; V – 0,19; Se – 2,89; Ni – 0,66; I – 0,12. Растение также содержит В – 8,8 мкг/г [143].

Как отмечает ряд авторов: И.Д. Семенихин, Н.И. Коломиец, Н.Т. Конон, Л.А. Евтушенко, Ю.И. Федоров, А.А. Максимейко [79, 164], валериана чрезвычайно требовательна к элементам питания в почве. С учетом формирования листового аппарата и генеративных органов на 1ц товарного сырья валериана потребляет 3,5-4,0 кг азота, 1,0-1,5 кг P_2O_5 , 4,0-4,5 кг K_2O .

Элементы питания поступают в растение неравномерно. Хорошая обеспеченность фосфором нужна в течение всего периода вегетации, но главным образом при прорастании семян и укоренении всходов. Визуальным показателем недостатка фосфора в период укоренения всходов может быть побурение нижней стороны семядольных листьев, краев листовых пластинок и черешков. К моменту наступления фазы 4-6 настоящих листьев (июнь) и в период дальнейшего формирования ассимиляционной поверхности количество азота в питательной среде должно резко возрасти. Хорошая обеспеченность калием также необходима в течение всего вегетационного периода, особенно при интенсивном нарастании надземной массы и корневищ с корнями [31, 165, 166, 164].

Учеными УО «ГГАУ» установлено, что удобрения оказывают сильное воздействие на направление и интенсивность биохимических процессов в растении и значительно влияют на урожай и накопление действующих веществ валерианы [30].

Культура валерианы лекарственной отзывчива на внесение минеральных удобрений. Об этом свидетельствуют работы немецких авторов. Так, К. Boshart [225] утверждал, что при внесении 6 ц сернокислого аммония в качестве основного удобрения получали до 65 ц/га сухого корня. К. Kummer [261] констатировал, что для Германии под посев рассады вносили 6-8 ц/га сернокислого аммония вместе с 4 ц/га суперфосфата, а под высадку ее в поле – 4 ц/га норвежской селитры и по 12 ц/га каинита. По другим источникам в Германии применяли несколько меньшие

дозы удобрений, обеспечивающие устойчивое получение 30-35 ц/га сухого корня [234, 243].

Характерно, что такие же высокие дозы удобрений были испытаны уже в 30-40 года 19 столетия Г. Kreyer, П.К. Ениным и другими исследователями, как при рассадной культуре, так и при посеве валерианы непосредственно в поле на различных типах почв, но эффект был получен незначительный [259, 61, 60]. Авторы отмечают высокую отзывчивость валерианы на удобрения, особенно на азотные и фосфорные. Относительный эффект от применяемых удобрений нередко превышал контроль в 1,5-2 раза. Однако абсолютные урожаи, полученные в опытах, как правило, не превышали 2-7 ц/га и только в отдельных случаях они достигали 10-15 ц/га, что удорожало сырье и не окупало применяемые удобрения, а главное, не гарантировало постоянно устойчивого урожая корня.

Н.Я. Ицков и П.Т. Кондратенко [69] указывают на то, что удобрения должны вноситься дробно, в различные сроки, с учетом потребности растений в питательных веществах в отдельные фазы их роста и развития.

Между тем вопрос о дозах удобрения под валериану, о соотношении отдельных элементов питания в удобрении, а также о сроках внесения удобрения (дробное внесение) в настоящее время изучен недостаточно.

По мнению И.Д. Семенихина, Э.С. Бойченко, Н.И. Колосица и других [166], учитывая биологические особенности валерианы в отношении питания, удобрения следует вносить дробно в три срока под зябь (25-30%), при посеве в рядки (5-10%) и в подкормках (60-70% вносимой нормы).

Эти же авторы указывают, что на почвах черноземного типа желательно вносить 20 т навоза на 1 га под предшествующую культуру и минеральные туки в дозе – $N_{45}P_{60}K_{45}$, а на относительно бедных почвах дозу азота и фосфора следует увеличить до 90 кг [166].

При посеве в рядки они рекомендуют вносить гранулированный суперфосфат из расчета 8-10 кг/га P_2O_5 . Суперфосфат можно заменить нитрофоской или нитроаммофоской из расчета 6 кг/га P_2O_5 .

По мнению некоторых авторов в фазе 6-8 листочков на семенных плантациях нужно применять азотно-фосфорную подкормку $N_{30}P_{30}$. На товарных плантациях подкормку следует проводить только в год уборки на сырье, весной, в период отрастания валерианы – в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$. На почвах, бедных фосфором или не получивших достаточного количества фосфора при основном внесении, проводят вторую подкормку полным минеральным удобрением ($N_{30}P_{30}K_{30}$) в середине лета [166].

Согласно Н.Н. Гиндич, И.Д. Семенихина, Б.С. Векшина и других [41], в районах с достаточным количеством осадков значительное повышение урожая обеспечивается за счет проведения весенних подкормок во 2-ой год жизни. На супесчаных почвах, где легкорастворимые соединения азота и калия, внесенные в виде основного удобрения, могут быть вымыты из пахотного слоя почвы, повышается отзывчивость валерианы на азотно-калийные подкормки. Средними дозами минеральных удобрений для внесения в подкормку являются 30–45 кг действующих веществ на гектар.

В то же время установлено, что применение минеральных удобрений может повышать урожай валерианы до 100% и более. Лучшие результаты дает внесение полного NPK [161].

Результаты опытов по выращиванию валерианы с различными предшественниками и различными вариантами удобрения показывают, что повышение количества азотных удобрений в некоторых случаях приводит к снижению биологической активности корней, хотя урожаи и повышаются. Поэтому для определения соотношения между N, P и K при удобрении валерианы, следует учитывать наличие питательных веществ в почве [68].

Как утверждает С. Илиева [68], при основной обработке почвы нужно вносить 20 т/га навоза, 60 кг/га P_2O_5 и 45 кг/га K_2O . Весной при обработке междурядий первый раз подкармливают полным удобрением в дозе 25 кг действующего вещества на га каждого элемента, при второй подкормке вносят фосфорные и калийные удобрения.

Вопросами внесения минеральных удобрений занимались также и другие исследователи, в том числе и зарубежные [56, 204, 207, 238]. Польские ученые L. Golcz, S. Kordana и R. Zalecki [237, 238, 239] на основании 3-летних вегетационных опытов

установили, что внесение минеральных удобрений оказывает большое влияние на сборы сырья валерианы, чем влажность почвы. Растущие дозы удобрений вызывали увеличение урожаев сырья при всех уровнях влажности. При этом не наблюдалось, чтобы удобрение или влажность почвы влияли на содержание биологически активных веществ в сырье.

Эти же авторы определили потребность валерианы лекарственной в питательных элементах. Принимая общие потребности за 100%, структура выноса тонкокорневой валерианой сорта «ЦК» Плевиска составила: N – 27%, P_2O_5 – 9%, K_2O – 38%, а CaO – 26%. Для толстокорневого сорта «Полька» эти величины представляются следующим образом: N – 27%, P_2O_5 – 10%, K_2O – 38% и CaO – 25% [237, 238, 239].

Обычно минеральные удобрения вносят под основную обработку почвы, в рядки с семенами и в подкормку. По мнению некоторых авторов, средняя доза минеральных удобрений, применяемая для основного внесения, на черноземах составляет $N_{45}P_{60}K_{45}$. На бедных почвах дозу азота и фосфора увеличивают до 90 кг/га [41].

Ученые из Польши утверждают, что под валериану лекарственную можно вносить минеральные удобрения, но в небольших количествах, так как это снижает качество сырья этой культуры. Рекомендуют применять с осени 200-300 кг/га двойного суперфосфата, 150-200 кг/га хлористого калия и перед посадкой до 100 кг/га аммиачной селитры. На бедных почвах можно вносить до 300-400 кг/га двойного суперфосфата, 200-300 кг/га хлористого калия и около 200 кг/га карбамида. Можно при необходимости проводить подкормки до 100-150 кг/га аммиачной селитрой или карбамидом. К азотным удобрениям необходим особый подход, так как при завышенных дозах увеличивается количество зеленой массы и уменьшается количество корней [231].

В опытах Украинской зональной опытной станции применение минеральных удобрений на почвах с содержанием гумуса 2,5-3,0% дало прибавку урожая до 40% по сравнению с контролем. Внесение NPK в дозе 60 кг/га увеличило урожай корней на оподзоленных суглинках Московской области на 60%, а на серых лесных почвах Горьковской области – с 13 до 21 ц/га [202]. По данным Могилевской опытной станции, внесение под вале-

риану на суглинистых и песчаных почвах полного минерального удобрения по 60 кг/га действующих веществ повышало урожай воздушно-сухих корней валерианы вдвое и даже больше [161].

П.К. Енин, П.М. Лошкарев и М.Н. Чукичева [61,60] указывают, что урожайность сухих корней валерианы не менее 25 ц/га была получена в Воронежском совхозе на слабо выщелоченных черноземах. При этом эффективными явились следующие дозы и сроки внесения удобрений: навоза 18 т + $N_{60}P_{90}K_{60}$ на 1 га под основную вспашку, P_8 в гранулах – в рядки при посеве и $N_{30}P_{30}$ в подкормке – в фазу начало розетки.

Анализ результатов исследований Н.Я. Ицкова и П.Т. Кондратенко [69] свидетельствует о том, что органические и минеральные удобрения сильно повышают урожай корней. Особенно хорошо действуют эти удобрения при их совместном внесении, увеличивая урожайность корней в 2-3 раза и более.

Значительная роль при возделывании валерианы лекарственной принадлежит органическим удобрениям. Некоторые исследователи (Н.Н. Гиндич, И.Д. Семенихин и другие) [41] отмечают, что на малогумусовых почвах необходимо вносить по 50- 60 т/га навоза или торфонавозного компоста, на средних по плодородию почвах – 30-40 т/га органических удобрений, на почвах черноземного типа дозу органических удобрений снижают до 18-20 т/га. При этом органические удобрения вносят при вспашке под валериану или при вспашке под предшествующую культуру.

П.И. Сараев [161] указывает, что в опытах Могилевской опытной станции применение навозного удобрения в дозе 40 т/га на оподзоленном лессовидном суглинке повышало урожай корней валерианы на 165%, а применение полного минерального удобрения в дозах N и P_2O_5 по 90 кг/га и K_2O 60 кг/га – на 95%.

Следует отметить, что эффективность тех или иных доз и сроков внесения удобрений может быть достигнута только в том случае, если будут учтены биологические особенности валерианы лекарственной, ее место в севообороте, уровень агротехники, почва, погодные условия и другие факторы.

Проведенные исследования показали, что удобрения не только повышают урожай корней и корневищ, но и улучшают их качество. Так, например, по данным Украинской опытной зональной станции ВИЛАР, полное минеральное удобрение (NPK)

по 90 кг/га действующего вещества каждого элемента повысило содержание эфирного масла в корнях валерианы с 1,6 до 2,3%. Применение калийного удобрения в повышенных дозах давало отрицательные результаты [69].

Исследования, проведенные польскими учеными, свидетельствуют, что самое большое количество эфирного масла и валепотриатов содержат растения на второй год вегетации в фазе бутонизации (начало мая) [230, 231]. Однако, в это время урожаи корней низкие, и поэтому незначительными были бы сборы действующих веществ с единицы площади.

Выбор сорта и сроков выращивания валерианы также является составной частью технологии возделывания данной культуры. Так, урожайность корней сорта Кардиола в первый год жизни растений составляет 10-14 ц/га, во второй – 18-23 ц/га. Содержание эфирного масла в корнях 0,30-0,47%, сумма экстрактивных веществ 21-27%, сумма валепотриатов 1,8-2,1% [92]. Согласно исследованиям, проведенным Новогрудским сортоучастком, средний урожай корней сорта Кардиола в 1984 году составил 25 ц/га. У сорта Маун урожайность воздушно-сухих корней варьирует от 15-20 ц/га. Во второй год жизни урожайность сырья варьирует в пределах 24-33 ц/га. Содержание эфирного масла в корнях 0,31-0,67%, сумма валепотриатов 2,1-2,36%, сумма экстрактивных веществ 23-30% [92].

1.3 История возделывания валерианы лекарственной в культуре

В 18 веке валериана и различные ее препараты были включены в фармакопеи всех европейских стран, что увеличило потребность в валериановом корне на мировом рынке до значительных размеров.

В Западной Европе возделывать валериану, как лекарственное растение, начали в середине позапрошлого столетия. Уже в 1887 году в Тюрингии в районе селения Келледа под валерианой было занято 63 га, в 1888 году – 50 га [280,248]. Однако к 1925 году площади валерианы в этом районе сократились до 20 га [272]. Широкое распространение эта культура получила и в других землях Германии, особенно в Баварии и Гарце. Площади под

валерианой в этой стране перед второй мировой войной возросли с 56 га в 1934 году до 89 га в 1938 году и более чем в 3 раза к 1942 году [275]. Средняя урожайность корня валерианы в то время в Германии составляла 30-35 ц/га [247, 260].

В 20-е годы 20 века в Бельгии ежегодно производилось 250-300 тонн, а в отдельные годы до 350-400 тонн сухих корней валерианы [259]. Урожайность валерианы превышала 35-50 и более центнеров с 1 га.

Во Франции в 20-е годы производилось до 90 тонн сухих корней валерианы [261]. Возделывалась эта культура в Англии, Голландии, США, Японии. Японский валериановый корень особенно ценился на мировом рынке.

В России в дореволюционные годы культура валерианы не получила широкого распространения. Потребность в валериановом корне покрывалась в основном за счет сбора дикорастущих растений. Освоение промышленной культуры валерианы в России началось только в годы первой мировой войны. Исследователь Н.А. Монтеверде представил первые предложения по районированию этой культуры. В них предусматривались для возделывания валерианы лекарственной все районы европейской части России [109].

Широкое распространение промышленная культура валерианы в России получила после Октябрьской революции, особенно в годы первых пятилеток. Б.Е. Солнцев [172] считал, что лучшими районами для культуры валерианы являются ЦЧО (Центральная Черноземная область), Северный Кавказ и Украина. Поэтому «Лектехсырье» в 1931 году распределило посевы валерианы в ЦЧО – 50 га, в УССР – 100 га и на Северном Кавказе – 250 га. В 1932 году посевы валерианы занимали в СССР уже 857 га, из них 145 га в Белоруссии, 187 га в ЦЧО и 525 га на Украине.

Существенные уточнения в вопросе районирования валерианы внес ВИЛАР, распространяя промышленную культуру этого растения на районы Белоруссии и Западной Украины. В конце 20 века валериана успешно культивировалась в Воронежской, Новосибирской, Кировской, Московской, Хмельницкой, Сумской и Гродненской областях [89]. Общая площадь под промышленной культурой превышала 2500 га, но урожайность корня в среднем оставалась на уровне 6-10 ц/га. В связи с распадом

Советского Союза площади возделывания валерианы лекарственной существенно сократились. Значительное количество корней и корневищ этого лекарственного растения стали покупать из стран дальнего зарубежья.

Становление и развитие промышленной культуры валерианы лекарственной осуществлялось на разных способах создания плантаций: в странах Западной Европы утвердилась однолетняя рассадная культура, в странах СНГ – двулетняя посевная, основанная на посеве семян непосредственно в поле.

В конце позапрошлого века и первой половины 20 века в Англии и Германии [226, 233], в Бельгии и Франции, в Чехословакии, Австрии и Финляндии [219, 250] промышленные плантации создавались посадкой слаборазвитых дикорастущих растений и отводков, развивающихся на концах столонов материнских растений. Посадочный материал заготавливали в естественных местообитаниях, а также отбирали из слаборазвитых розеточных растений при уборке валерианы.

После истощения естественных зарослей такой способ заготовки посадочного материала заменяли семенным размножением с выгонкой рассады. Свежесобранные семена валерианы в июле-августе высевали в парник или рассадник, а рассаду высаживали в поле поздно осенью или рано весной следующего года [173, 264]. Под рассадники отводили ровные участки со структурной, плодородной почвой, защищенные от ветров. Семена в рассадники высевали вручную в бороздки на глубину 1-1,5 см и присыпали перегноем или парниковой землей слоем в 1 см; междурядья устанавливают в 15 см, оставляя растения в рядках (после прорывки) на расстоянии 3-4 см друг от друга. Норма посева семян 1,5 г/м². Уход за растениями в рассадниках: прополка, рыхление и полив по мере необходимости [69].

Такой же способ создания промышленных плантаций используется и в настоящее время в странах Западной Европы, как обеспечивающий получение высокого урожая однородного лекарственного сырья при однолетнем использовании пашни [240, 242, 249], а также в частности и в Польше [244, 270].

Рассадную культуру валерианы в западноевропейских странах К. Босхарт объяснял исключительно соображениями экономического характера: «При посевном методе участок в первый

год не приносит никакого дохода, тогда как при применении даже весенней посадки дикорастущих отводков, можно получать урожай корня в тот же год осенью» [225].

В практике западноевропейских стран уже при выращивании рассады широко применяли уплотнительные посевы [261]. В качестве однолетней, быстро развивающейся и рано освобождающей поле культуры использовали салат (предшественник), что позволяло получать качественный посадочный материал валерианы, а дополнительной продукцией окупалась часть затрат по выращиванию рассады.

В 30-е годы промышленная культура валерианы в СССР начиналась рассадным способом [37, 140]. Однако испытание этой технологии, проведенное опытной сетью стран, не дало ожидаемых результатов: высокая трудоемкость этого способа при низкой механизации работ и невысокая урожайность явились основной причиной для отказа от нее и послужили основанием для перехода к разработке семенного способа создания промышленных плантаций непосредственным высевом семян в поле. Работы В.В. Пашкевича [125], Д.Н. Бекетовского [17], В.Н. Ворошилова [37], С. Abrial [218], А. Клинге [74], М. Jaruselski [254] по созданию промышленных плантаций валерианы посевом в поле, минуя рассадник, послужили основанием для разработки технологии семенного размножения.

На возможность попыток высева семян прямо в почву в последние годы указывают работы таких исследователей как: К.Л. Шаломеева и другие [204], М.П. Шостака [208], T. Lewkowicz-Mosiej, L. Golcz и R. Zalecki [239].

В зависимости от срока высева семян валерианы в поле посевы подразделяются на ранневесенние, летние и подзимние, а от способа посева – на чистые и подпокровные.

Семенные способы создания плантаций валерианы лекарственной позволяют получать товарный корень, как правило, в течение 1,5-2-х лет и только в наиболее благоприятные годы – в течение одного вегетационного периода. Малый запас пластических веществ в семени определяет необходимость размещения семян в поверхностном слое почвы (глубина заделки не превышает 1-1,5 см). Частое пересыхание поверхностного слоя почвы вызывает недружное прорастание семян, высокий процент гибели

ли проростков и всходов. Это приводит к изреживанию плантаций, замедляет и без того медленное их развитие и ослабляет невысокую конкурентность проростков и всходов с сорной растительностью [204].

Наиболее высокая вероятность получения нормальной густоты укоренившихся всходов характерна для ранневесенних посевов, проводимых, как правило, в период высокой водообеспеченности почвы, что и явилось причиной наибольшего их распространения. Наряду с этими положительными сторонами они имеют и недостатки. Наиболее существенные из них это: 1) значительная продолжительность вегетации культуры, требующая больших затрат по уходу в течение 2-х лет; 2) сопряженное с природой растения старение и отмирание репродуктивных особей во 2-ой год, снижающее урожаи и ухудшающее его качества [204].

С целью ограничения отрицательного влияния преждевременного старения и отмирания репродуктивных растений на урожай корня в практике культуры широкое распространение получил прием их омолаживания (вершкования) путем срезки цветоносов [41].

В отличие от чистых, ранневесенних, подпокровные и летние посевы на второй год почти не образуют генеративных побегов, а остаются укороченными вегетативными (в розетке), но страдают от иссушения верхних слоев почвы в период начального роста, появления и укоренения всходов. В подпокровных посевах, проводимых ранней весной, более быстрорастущие однолетние покровные культуры своей корневой системой иссушают верхние слои почвы, вызывая гибель проростков и всходов валерианы, имеющей особенно замедленный рост в этих фазах. Поэтому в большинстве случаев подпокровные посевы валерианы получаются изреженными, что и определяет их низкую урожайность. Чаше подпокровные посевы удаются в западных районах Украины и Беларуси.

Летние посевы также лимитируются запасами воды в поверхностном слое пахотного горизонта в период от посева до полного укоренения всходов, то есть до появления 2–3 настоящих листьев. Они возможны лишь в годы с дождливой второй половиной лета, когда в июле-августе выпадают частые дожди и верхний слой пахотного горизонта имеет достаточный запас вла-

ги, а также при регулярном орошении. Летние посевы без орошения иногда удаются на Украине и в Беларуси. На уход за летними посевами затрачивают значительно меньше труда, так как сорняки во вторую половину развиваются более медленно. Корни же валерианы летних посевов, убираемые в фазу розетки, требуют меньших затрат ручного труда на приведение их в товарный вид [197].

Наименьшее распространение получили подзимние посевы валерианы, требующие наиболее выровненных участков, имеющих незначительный сток талых вод и легких, несклонных к заплыванию почв, а также весьма короткого периода сева. Кроме того, подзимние посевы не всегда позволяют получать урожай корня в течение одного года. Они возможны во всех районах промышленной культуры при наличии подходящих участков.

Следовательно, выбор срока посева определяется конкретными условиями хозяйства и районом возделывания культуры. Например, в Беларуси на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах наряду с весенним посевом можно применять и подзимний посев. В условиях Украины на супесчаных почвах и слабовыщелоченных черноземах Воронежской области лучшие результаты дают подзимние посевы [197].

Таким образом, ни один из способов семенного создания промышленной плантации не гарантирован от неудач. Поэтому сельскохозяйственные предприятия, а также фермерские хозяйства вынуждены пользоваться ежегодно почти всеми способами, занимая значительные площади. Неудача одного перекрывается возможным успехом другого, что вызывает дополнительные затраты труда и денежных средств и снижает эффективность использования пашни.

Обобщая данную часть работы, следует отметить, что на Западе развилась и получила распространение рассадная однолетняя культура с использованием высокого уровня минерального питания. Опыты, проведенные в Германии и других странах, при сравнении результатов выращивания при посеве валерианы семенами и рассадного способа показали значительное превосходство последнего [245].

В бывшем Советском Союзе, а также в Беларуси, наоборот, получила распространение посевная культура, основанная на

высева семян на постоянное место непосредственно в поле, что увеличило срок культуры до 1,5-2-х лет с использованием приема вершкования на более поздних фазах (в период начала цветения) и высокого агрофона.

Однако в практике возделывания валерианы лекарственной в условиях нашей республики имеется положительный опыт использования рассадного материала.

При возделывании валерианы лекарственной в условиях Гродненского района, авторы данной монографии использовали рассадную технологию выращивания, которая включала в себя два агротехнических этапа:

1 – посев семян в почву и получение рассады в закрытом грунте;

2 – посадка рассады в открытый грунт и получение товарной продукции за один год возделывания данной культуры.

1 этап. Посев семян в закрытый грунт производился в тепличном хозяйстве спецсовхоза «Неманский» Гродненского района в 1 декаде февраля. Предшественниками валерианы был салат. Семена перед посевом намачивались и протравливались. Норма высева семян – 8 кг/га. Сорт Кардиола, районирован для условий РБ. Глубина заделки семян 0,5см. При температуре 5-10 °С всходы появились на 15-20-ый день. Дальнейший уход заключался в умеренных поливах и поддержании рассады в чистом от сорняков состоянии. Данный подход к получению рассады явился новым элементом технологии для условий Гродненской области, позволяющий получить посадочный материал валерианы лекарственной в течение одного года, а не в течение двух лет, как это предусматривается традиционной технологией. Посев семян весной исключал прохождения ими этапа яровизации, что определяло отсутствие цветущих растений в первый год возделывания этой культуры в поле.

2 этап. Высадка рассады в поле проводилась в 3 декаде апреля вручную в заранее нарезанные гребни агрегатом КОН-2,8. Ширина междурядий 70см. Схема посадки 70х30 см. Норма посадки 48 тыс. растений на 1 гектар. Уборка валерианы проводилась в октябре с помощью картофелекопателя. Эта технология позволила получить полностью сформированные корни и корневища в первый год вегетации растений.

Таким образом, как видно из представленной информации, валериана лекарственная является ценным сырьем для фармацевтической промышленности, обладающим рядом положительных воздействий на организм человека. Решающая роль в повышении урожайности корней и корневищ этой культуры и улучшения качества лекарственного растительного сырья принадлежит средствам химизации и, прежде всего, органическим и минеральным удобрениям, применяемым при различных системах ее возделывания (семенном и рассадном способе посева и посадки). Однако существующая технология применения удобрений при выращивании валерианы лекарственной требует значительной модернизации. Она основывается, как показало изучение литературных источников, на данных начала и середины прошлого столетия. Очень мало исследований по этому направлению было проведено после распада Советского Союза. Практически нет данных по использованию физиологически активных веществ (стимуляторов роста) при возделывании валерианы лекарственной.

В то же время за последние годы сельскохозяйственная наука и практика выдвинула большое количество новых видов удобрений, стимуляторов роста, приемов обработки почв и т.п. Изменился и сам подход к проблемам минерального питания растений, особенно используемых в качестве лекарственного растительного сырья. Все это диктует необходимость детального изучения особенностей продукционного процесса растений валерианы лекарственной в агробиоценозах при современных методах воздействия на растительный организм и, прежде всего, применением органических, минеральных удобрений и стимуляторов роста с целью увеличения урожайности и повышения качества получаемой продукции.

1.4 Биологические особенности пустырника пятилопастного

Род *Leonurus* был описан К. Линнеем в 1753-1754 гг., куда отнесены 4 вида: *L. cardiaca*, *L. tataricus*, *L. sibiricus*, *L. Marrubiastrum*. Первые внутривидовые таксоны в пределах рода описаны Декан্ডолем (*De Candolle*), разделившим его на 2 монотипные секции: *Cardiaca* (*Mill.*) *DC* и *Chaiturus* (*Willd.*) *DC*. Во «Флоре СССР» Л.А. Куприяновой в 1954 году на основе работы

с В.И. Кретовичем род *Leonurus* s. Str., включавший 12 видов, был разделен на 2 подрода: *Cardiaca* (Mill.) V. Krecz. et Kuprian. и *Cardiochilium* V. Krecz. В основу выделения подродов были положены различия в строении венчика, чашечки и листьев [75, 82, 83, 191, 213].

Пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus* Gilib) – крупное травянистое растение семейства Яснотковые (*Lamiaceae*). Родовое название происходит от латинских *Leo* – “лев” и *ura* – “хвост”. С медицинскими целями применяют преимущественно этот вид, а также пустырник сердечный (*Leonurus Cardiaca*). В Южном Казахстане и Сибири пустырник также представлен еще двумя видами – пустырником туркестанским (*Leonurus turkestanicus*) и пустырником сибирским (*Leonurus Sibiricus*), которые отличаются в основном по листьям [40, 85, 132, 246].

Корень растения стержневой, слабоветвистый, деревянистый. Стебель один или несколько, прямой, большей частью ветвистый, полый, четырехгранный, опушенный, высотой до 150 см. Эпидермис стебля однослойный со множеством волосков. В коре имеется колленхима, коровая паренхима и прослойка крахмала [2,257,135]. Листья простые, вырезные, реже цельные, супротивные, черешковые, опушенные, темно-зеленые, мягко-волосистые. На одном растении они у пустырника пятилопастного неодинаковые. Нижние листья округлые или яйцевидные, с сердцевидным основанием почти до середины пальчатопятираздельные. Средние – продолговатоэллиптические или ланцетные, с клиновидным основанием, трехраздельные или трехлопастные. Верхушечные листья более простые, цельные и узкие, все крупногородчато-пильчатые [21, 80, 174].

При рассмотрении поверхности листа с обеих сторон видны клетки эпидермиса с тонкими извилистыми боковыми стенками, особенно на нижней стороне. Устьица многочисленные, расположенные преимущественно на нижнем эпидермисе, изредка окружены 3-4 околоустьичными клетками (аномоцитный тип). Железки на короткой ножке с 4-6 (реже 8) выделительными клетками. Мелкие головчатые волоски на короткой одно-двухклеточной ножке с округлой головкой, состоящей из 1-2 клеток [257, 269, 142, 220, 194].

Цветки обоеполые, зигоморфные, с двойным околоплодником. Чашечка пятичленная, коническая, неясно двугубая, голая, иногда слегка волосистая, длиной 5-6 мм без цветоножки, с 5 жилками и 5 шиловидными зубцами, длиной 3-3,5 мм, из которых нижний отогнут вниз, а верхние торчащие. Венчик розово-фиолетовый (редко белый), двугубый, вдвое превышающий чашечку, длиной 10-12 мм, со слегка вздутой трубкой, снабженный внутри волосистым кольцом с обратнойцевидной опушенной верхней губой и трехлопастной нижней. Средняя продолговатойцевидная лопасть превышает боковые, правильная, трубчатолокопчатая с пятью отстающими острыми зубцами [7, 118, 119].

Согласно исследованиям Т.В. Крестовской андроцей свободный. Тычинок четыре, выдающиеся из трубки венчика, передние длиннее задних в 1,5 раза. Гинецей ценокарпный, разделен на завязь, столбик и рыльце. Завязь верхняя, четырехлопастная, в основании ее – нектарник. Столбик нитевидный. Рыльце верхушечное, двулопастное [82, 86, 118].

Как утверждают А.Ф. Гаммерман, П.С. Чиков, пустырник является энтомофилом. Мелкие розовые цветки собраны густыми мутовками в пазухах верхних листьев, образуя длинное прерванное колосовидное соцветие на концах стеблей и ветвей. Прицепники линейные и колючие. В пазухах прицветных листьев находятся парциальные соцветия, образующие ложные мутовки, представляющие собой дихазии [40, 201].

Большинство ученых считают, что плод у пустырника относится к схизокарпиям типа ценнобий и распадается на четыре трехгранных орешка темно-коричневого цвета, лежащих на дне остающейся чашечки. Орешки остротрехгранные, на верхушке с треугольной площадкой. Семена пустырника пятилопастного содержат до 30% жирного масла, созревают – в августе-сентябре. Масса 1000 семян 0,8-1,0 г [21, 84, 86].

Вотинова Т.И., а также ряд других авторов, по результатам исследований морфолого-анатомических особенностей растений, уточняют, что во второй год жизни пустырник зацветает в середине лета и цветет 45-55 дней. Высота растений в этот период достигает 130-135 см. На главном стебле образуется 13-14 пар листьев. Длина соцветий достигает 21 см. Растения являются репродуктивной формой [38, 33, 149, 191, 227].

Лекарственное растительное сырье пустырника пятилопастного – трава *Herba Leonuri* (ГФ XI, ст.54) – верхушки стеблей с цветками имеют слабый запах и горький вкус. В цельном сырье допустимо содержание, % влаги не более 13, общей золы – 13, золы, нерастворенной в 10% HCl – 6, почерневших частей растений – 6, стеблей толще 5 мм – 6, органических и минеральных примесей – 3. Экстрактивных веществ должно быть не менее 15% [167, 262, 142, 52, 188, 201, 210].

Биологические особенности роста и развития пустырника пятилопастного неоднократно являлись предметом исследований. Так ученые ЦБС НАН Беларуси отмечали, что наиболее интенсивно протекали биопродукционные процессы в период 1-го и 2-го вегетационного роста растений. С наступлением цветения заметно слабели функции линейного роста побегов, однако возрастало формирование ассимиляционных органов [154].

Использование фотосинтетических критериев оценки продуктивности растений позволяет не только решать задачи прогнозирования урожая, но и оценивать состояние посевов, оптимизировать продукционный процесс путем применения удобрений, поливов, регуляторов роста и т.д. [5, 71].

По утверждению белорусских ученых Ж.А. Рупасовой, Ф.М. Гордиенко, Р.М. Рудаковской, В.А. Игнатенко, изучение динамики накопления зеленых пигментов в листьях пустырника пятилопастного на протяжении вегетации показало, что максимального значения данный показатель достигал 740 мг% в листьях двулетних и 766 мг% в листьях трехлетних растений и был отмечен в последней декаде мая, на стадии первого вегетационного роста [155].

В результате исследований, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве, указывалось, что различные части растений пустырника пятилопастного вносят неодинаковый вклад в формировании хлорофиллового индекса. Так на долю листьев в июне приходилось до 80% от общего количества, в июле и августе 80 и 85%. Доля стебля в накоплении хлорофилла в органической массе растений пустырника на единицу площади менее значительна, хотя к уборке удельный вес его в структуре хлорофиллового индекса несколько увеличивался [181].

Ученые УО «ГГАУ» считают, что процесс потребления питательных элементов у растений пустырника пятилопастного растянут во времени. Он продолжался весь период вегетации вплоть до уборки культуры, что свойственно многолетним растениям [182].

В то же время результаты физиолого-биохимических исследований С.Х. Майрапетяна, А.О. Татевосяна, Дж.С. Алексаняна, Б.Т. Степаняна по соотношению N:P:K указывают на то, что преобладание азота в питательном растворе обеспечило интенсивный рост и накопление зеленой массы, а также высокое содержание зеленых пигментов и каротина. При преобладании калия в питательном растворе отмечено низкое содержание фотосинтезирующих пигментов и максимальное содержание экстрактивных веществ, влажности и золы. Накопление витамина «С» отмечено у растений, выращенных на питательном растворе с преобладанием фосфора [103].

1.5 Химический состав и использование пустырника пятилопастного

Пустырник пятилопастный, как лекарственное растение, содержит большое количество физиологически активных веществ, которые оказывают комплексное воздействие на организм человека и животных.

Как отмечают А.Д. Турова и Т.И. Вотинова, в траве пустырника пятилопастного найдены алкалоиды (0,035-0,400%), содержащиеся лишь в начале цветения: горький леонуриин, холин, леонуридин; флавоноиды (до 0,34%) – рутин, квинквелозид, кверцитин, изокверцитин, гиперозит, новый флавоноид – бутадиеновый гликозид; азотистые основания - стахидрин и холин; антоцианы. [38, 187]. Этому мнению придерживаются и зарубежные авторы Ху,-Х., Tomas-Barberan F., F. Senatore [286, 279, 273].

Ряд авторов: В.И. Сенчило, Ю.В. Сенчило, А.М. Рабинович, утверждают, что трава пустырника содержит тритерпеновые сапонины, дубильные вещества (до 9%), ситостерол, кумарины, органические кислоты, до 0,05% эфирного масла, горькие вещества – марубин, леонуридин, аюгозид, аюгол; сахаристые веще-

ства, каротин, аскорбиновую кислоту, смолы (до 2,5%), минеральные соли (до 11%) [167, 143].

А.М. Рабинович и Т.А. Гончарова указывают на то, что трава пустырника накапливает макро- и микроэлементы: К – 37,70, Са – 17,80; Mg – 4,20; Fe – 0,30; Mn – 0,24; Cu – 0,56; Zn – 0,38; Mo – 4,80; Cr – 0,06; Ba – 0,07; V – 0,21; Se – 7,70; Ni – 21,60 мг/г. [143, 46]. Ученые ЦБС НАН Беларуси Ж.А. Рупасова, В.Г. Русаленко, В.А. Игнаценко, Р.М. Рудаковская, И.П. Афанаскина констатируют, что во все сроки наблюдений, независимо от возраста и фазы развития растений, доминирующее положение в спектре макроэлементов принадлежит калию. На его долю приходится от 45 до 55% суммарного количества используемых элементов у двулетних растений и от 44 до 61 – у трехлетних растений. Второе место по количеству занимал азот, далее – кальций, фосфор и магний. Среди микроэлементов ведущую роль занимало железо, а за ним в порядке снижения долевого участия – марганец, цинк, бор, медь, кобальт [143, 153].

Вопросами накопления витамина С в растениях пустырника пятилопастного занимались Ж.А. Рупасова, Н.П. Прилищ. Они отмечали, что максимальная концентрация витамина наблюдалась в последней декаде мая на стадии первого вегетативного роста, а также в конце сентября, в период окончания второго цветения [157].

В.Г. Русаленко, Ж.А. Рупасова утверждали, что ассимилирующие и репродуктивные органы пустырника пятилопастного характеризовались высоким содержанием углеводов, среди которых доминирующее положение принадлежало пектиновым веществам. Менее выраженным накоплением отличались водорастворимые сахара при преимущественном биосинтезе фруктозы в комплексе моносахаров и доминировании последних над сахарозой. Среди продуктов вторичного синтеза главенствующая роль принадлежала хлорогеновым кислотам. Примерно равным накоплением характеризовались катехины, флавонолы и антоциановые пигменты [159].

В отношении качества растительного лекарственного сырья важную роль играют ферменты, осуществляющие окислительно-восстановительные реакции, которые относятся к классу оксидоредуктаз. Результаты исследований показали, что на актив-

ность фермента каталазы влияет уровень минерального питания, время отбора образцов. Достаточно эффективно растения пустырника пятилопастного использовали минеральные удобрения, что привело к повышению активности каталазы на 20%, а совместное применение органических и минеральных удобрений повышало показатель на 13-25% в течение вегетации [223].

Растения рода *Leonurus* имеют богатый химический состав. По данным Ю.Е. Скляр, И.А. Кирьяновой, Л.Б. Дрожжиной на производственно-экспериментальной базе ВИЛАР (Московская обл.), в растениях пустырника были получены фракции протоалколоидов, дитерпенов и иридоидных гликозидов. Фракция протоалколоидов содержит в основном стахидрин ($C_7H_{13}N_1O_2$, т.пл. 250-252 °C) и холин. Кроме того, из метанольного экстракта выделяется значительное количество нитрата калия. Фракция «кардиеноподобных» соединений состоит в основном из фураноидных дитерпенов ($C_{20}H_{30}O_5$, M^+350 , т.пл. 153-155°C и $C_{24}H_{36}O_5$, M^+404). В этой же фракции обнаружен генкванин (5,4'-дигидрокси-7-метаксифлаван $C_{16}H_{12}O_5$, т.пл. 284-285 °C). Во фракции иридоидов выделили аюгозид, который дает ацетат $C_{27}H_{36}O_{15}$ (т.пл. 172-174 °C), идентичный гексаацетилаюголу; галиридозид, дает ацетат $C_{23}H_{30}O_{13}$ (т.пл. 129-131 °C) и ацетат $C_{27}H_{36}O_{16}$ идентичный гексаацетилгарпариду. Также был определен флавоноидный гликозид – квинквелозид. Кроме того, неочищенная фракция содержит нитрат калия и янтарную кислоту, т.пл. 181-183 °C [169, 229, 256, 271].

В.Г. Макаров, А.Е. Александрова, А.М. Шиков считают, что основным действующим веществом иридола, созданного на основе масляного экстракта пустырника пятилопастного, являются монотерпеновые соединения с частично гидратированной циклопентапирановой системой и флавоноиды. Это значит, что эффект лечебного воздействия препаратов из пустырника объясняется суммарным действием сложного комплекса физиологически активных веществ различных химических классов [104].

Как отмечают О.М. Хишова, Н.А. Кузьмичева, Ю.А. Голяк, лекарственное растительное сырье для удобства приема и хранения можно превратить в различные формы, в том числе и в порошок. Для порошка травы пустырника пятилопастного диагностическое значение имеют следующие элементы: собственно

эпидермальные клетки с извилистыми оболочками, чаще прямоугольной формы; устьица окружены 3-4 клетками; эфиромасличные железки, состоящие из 4-6 клеток на короткой ножке; волоски трех типов (головчатые – с довольно крупной шаровидной 1-клеточной головкой на 1-2-клеточной ножке, простые волоски разного размера и формы с заметно утолщенными оболочками, многочисленные простые волоски промежуточного типа); клетки основной паренхимы крупные, округловато-овальные; обрывки сосудов. Соответственно, диагностика пустырника пятилопастного должна проводиться только по клеточным элементам [196, 269, 58].

Существует утверждение, что при рассмотрении сухого порошка пустырника пятилопастного в УФ-свете виден общий фон свечения серовато-коричневого цвета, жилки более яркие, с беловатым оттенком; волоски почти прозрачные, железки заметны в виде более темных пятен на фоне поверхности листа. При смазывании порошка 1-% спиртовым раствором хлорида алюминия все ткани становятся яркими золотисто-желтыми (флавоноиды) [286, 142].

Как считают В.С. Харченко, Л.В. Полуденный, В.Ф. Сотник, Е.Е. Хлопцев, пустырник относится к «забытым» растениям. О нем упоминают западноевропейские травники 15 в., но к 19 в. он вышел из употребления. В 30-х годах 20 века пустырник пятилопастный введен в научную медицину [195, 131, 112].

В современных условиях использование лекарственного сырья пустырника отличается большим разнообразием. По утверждению зарубежных авторов эта трава признана в качестве лекарственного средства в Германии, Болгарии, Румынии, Польше и в ряде других стран. Причем применение растения в разных странах имеет определенные отличия. В Болгарии пустырник используют как успокаивающее средство, особенно в пожилом возрасте, при нервных заболеваниях, туберкулезе. В польской медицине, по утверждениям А. Msisz, используются препараты пустырника при заболеваниях дыхательных путей, неврозах, истерии [266]. В Чехии, Словакии [222] и ряде других стран – при усиленном сердцебиении и сердечной слабости, в США – вместо валерианы. В Румынии и Греции [258] медики прописывают траву пустырника при повышенной функции щи-

товидной железы (тиреотоксикозе), эпилепсии. В Англии пустырник нашел применение при истерии, невралгии, одышке [80].

В русской медицине пустырник известен как средство, применяемое при сердцебиениях. Экстракт пустырника хорошо переносится больными и эффективен в тех случаях, когда обычно применяют валериану. Более того, пустырник может оказаться эффективнее валерианы в некоторых случаях при неврозах сердца. Л.В. Пастушенков и А.В. Решетникова считают, что экстракт пустырника обладает малой токсичностью, а седативный эффект более выражен, чем у валерианы [124, 152].

Е.И. Саканян и К.Е. Кабишев, подробно изучив применение настоек из пустырника пятилопастного, утверждают об их положительном действии при комплексном лечении заболеваний ЦНС [160].

Наблюдениями, проведенными в Томском медицинском университете, установлены лечебные свойства экстракта пустырника при сердечно-сосудистых неврозах, в ранних стадиях гипертонии, при грудной жабе, кардиосклерозе, пороках сердца и базедовой болезни. Как утверждают А.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова, в терапевтической клинике Московского областного клинического института, в больнице им. Боткина и других клиниках применяли предложенный Центральным научно-исследовательским аптечным институтом жидкий экстракт из травы пустырника, приготовленный путем релаксации на 70% спирте. У больных под влиянием экстракта уменьшалось возбуждение. Он эффективен при миокардиопатии на почве никотинизма [187, 199, 147]. Этому мнения придерживаются авторы Ho-ShihChing, M.A. Islam, K. Mikowska-Leyck, A. Msisz. Они также утверждают, что экстракт травы при эпилепсии увеличивает интервал между припадками. При контузиях головного мозга и церебральном атеросклерозе снижает интенсивность головной боли, улучшает сон. Более того, данный экстракт положительно влияет при расстройстве половой функции у мужчин [252, 253, 265, 266].

Е.А. Ладыгина, Н.И. Гриневич указывают на то, что в гомеопатии эссенция пустырника используется при ангине, климактерических расстройствах. Трава пустырника пятилопастного входит в состав антидиабетического сбора вместе с листьями черники, шалфея, крапивы, корня одуванчика; сердечных и жел-

чегонных сборов; успокоительных сборов вместе с плодами боярышника, корневищами и корнями валерианы, плодами тмина; противосудорожного сбора – с травой чистотела, зверобоя, плодами кориандра, листьями мяты перечной [188, 167, 283].

Согласно утверждениям М.И. Егоровой, Л.С. Чугуновой, Л.И. Ивановой в НИИ сахарной промышленности РФ разработана схема получения тонизирующего сахара, продукта нового поколения, обладающего лечебно-профилактическими свойствами. Исходный сахар-песок смешивают с 6%-ным экстрактом лекарственных трав: пустырника, женьшеня, лимонника, шалфея. Такой сахар предназначен в качестве тонизирующего средства для лечебных целей и может быть использован для постоянного применения в детских дошкольных и школьных учреждениях, больницах, пансионатах и т.д. [59, 63, 130].

Как считают Т.А. Гончарова, Т.А. Горбунова, К.Ф. Блинова, С.Я. Соколов [46, 50, 22, 171, 45, 28, 217], в ветеринарии пустырник назначают при сердечно-сосудистых неврозах, кардиосклерозе, кардиодистрофии и других пороках сердца. В виде ванн его используют при ревматическом воспалении копыт и ушибах животных. Применяется в виде настойки – *Tinctura Leonuri*, жидкого экстракта – *Extractum Leonuri*. Эти же данные подтверждают Б. Авакьянц, Н.П. Лукашевич, И.И. Шишко, И.В. Ковалева, С.С. Липницкий [1, 28, 93, 98, 99, 96].

Ряд авторов: А.Н. Бурмистров, И.Н. Мадебейкин, А.А. Стрижев, В.С. Зацепина, G.S. Ayers, отмечают, что кроме чисто лекарственных достоинств, это растение – превосходный медонос. Зацветая на второй год жизни, в середине лета пустырник образует до 2,5 тыс. цветков, каждый из которых живет двое суток и выделяет в нектаре за день в разных зонах и условиях 0,1-0,6 мг сахара [33, 102, 174, 66, 221].

G. Ayers, M. Bозес, А.Н. Бурмистров констатируют, что медопродуктивность 1 га колеблется от 170 до 380 кг, в среднем 200-250 кг. Свежий мед с пустырника прозрачный, как роса, слегка желтоватый, имеет легкий специфический, но не резкий запах, нежный, хорошего качества, кристаллизуется медленно. Посевы пустырника после медосбора можно использовать для заготовки лекарственного растительного сырья [221, 227, 33].

В литературе существует мнение, что пустырник пятилопастный относится к группе лекарственных растений, которые не накапливают нитраты в вегетативной массе [97, 185, 100].

По утверждению В.Д. Баранникова, Т.М. Русаковой, содержание нитратов в меде зависит от ботанического состава растений. Считается, что пыльца содержит натуральные вещества с сильной восстанавливающей активностью, способствующей энергичной редукции нитратов и нитритов [14, 158, 121]. Согласно исследованиям, проведенным в УО «ГГАУ», качество лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного 1-го года жизни соответствовало требованиям фармакопеи и не превышало ПДК по содержанию нитратной формы азота [180].

1.6 Агротехника возделывания пустырника пятилопастного

Как показывает русское название, пустырник растет на пустырях, у жилья, на залежах, реже на лесных полянах, пастбищах и пойменных лугах. По мнению Valkenburg, J-L-C-H-van, A. Shavarda, G. Wisniewski, D. Wokowyski, А.Д. Туровой, Э.Н. Сапожниковой, культура крайне неприхотлива к почвенному плодородию и является светолюбимым и довольно засухоустойчивым растением [282, 274, 284, 285, 187].

Основные районы заготовок в природной среде на территории бывшего СССР были сосредоточены на Северном Кавказе, в лесостепной зоне (на Украине, в Беларуси, в Курской, Белгородской, Воронежской, Липецкой, Свердловской и др. областях), в Краснодарском и Ставропольском краях, в Татарской и Башкирской республиках, в горных районах Алтая [202, 187, 201, 131, 87].

Естественный ареал пустырника говорит о его хорошей приспособленности к различным почвенно-климатическим условиям [8]. Его с успехом возделывали на дерново-подзолистых почвах Кировской области, на выщелоченных сухих черноземах Куйбышевской области и оподзоленных почвах Новосибирской области [131], на территории Красноярского края [33], в поливных условиях Узбекистана [150], в Центральной и Северной части Казахстана [42], Армении [103], Украине [25].

В настоящее время в лекарственном растениеводстве повсеместно используется традиционная технология выращивания

растений на ровной поверхности. Существующие приемы оптимизации условий их возделывания, включая внесение удобрений и борьбу с сорняками, рассчитаны на эту технологию. Однако она не обеспечивает возможность максимальной механизации технологических процессов возделывания этих культур и особенно на фоне минимального применения пестицидов. Поэтому, по мнению А.А. Аутко, перевод производства лекарственных культур на узкопрофильные гряды вполне оправдан. Более того, отработанный технологический процесс возделывания лекарственных растений при таких условиях [9,11].

Возделывание пустырника пятилопастного в настоящее время имеет свои особенности. М.В. Богачев, Н.Н. Гиндич считают, что пустырник выращивается на хорошо обеспеченных питательными веществами почвах, на одном месте не более 3-4 лет [23, 224, 268]. Это мнение поддерживают и ученые УО «ГГАУ». Они указывают на то, что пустырник пятилопастный может выращиваться в почвенно-климатических условиях Беларуси и давать устойчивый урожай в 1-й и 2-й годы вегетации высокого фармакологического качества при соблюдении правильной системы удобрений [18, 19].

По утверждениям М.В. Богачева, В.И. Носырева, Н.Н. Гиндич [23], пустырник в специальных лекарственных севооборотах размещают в полях, отводимых под многолетние лекарственные растения. Они рекомендуют вслед за уборкой предшественника проводить лущение стерни на глубину 6-8 см, при необходимости – второе на глубину 10-12 см, тяжелыми дисковыми боронами или лемешными лушильниками без отвала. Весенняя подготовка почвы может ограничиться предпосевным или ранневесенним боронованием.

Ученые Узбекистана в условиях полива считают необходимым проводить пахоту на глубину 20-25 см, потому что корневая система пустырника пятилопастного развита в данном горизонте [150].

По мнению В.Ф. Корсун, В.В. Коваленко, лучшими предшественниками являются озимые зерновые, зернобобовые и пропашные культуры, оставляющие почву чистой от сорняков. Полупаровая обработка почв обеспечивает наивысший урожай травы пустырника. Основные элементы этой системы – глубокая

ранняя зяблевая вспашка, 2-3- кратная культивация осенью, снегозадержание зимой, прикатывание перед посевом. При весеннем посеве предпосевную обработку проводят рано весной. По мере появления сорняков их уничтожают культивацией с боронованием [80].

Как рекомендуют Л.В. Полуденный, М.Ф. Богачев, В.Ф. Корсун, семена пустырника можно высевать в два срока: под зиму за 7-10 дней до наступления постоянных заморозков (сухие семена) и рано весной (стратифицированные семена в течение 1-1,5 месяцев). Семена начинают прорасти при температуре 2-4°C, оптимальная температура 20°C. Первые всходы появляются в благоприятных условиях на 4-5 день, но общий период прорастания растянут, и продолжается 15-20 дней. Лучше проводить стратификацию путем выдерживания в течение месяца при температуре от 0°C до 4°C. Посев производить вместе с гранулированным суперфосфатом [131, 23, 80].

А.К. Грибченко и А.Н. Бурмистров утверждают, что пустырник можно высевать рано весной, стратифицированными семенами, а также под зиму. При весеннем посеве сухими семенами всходы появляются недружно. На легких почвах практикуют только подзимние посевы пустырника по хорошо обработанному пару. Подзимний посев целесообразно проводить на тяжелых почвах поверхностным способом без заделки семян [33].

По мнению Л. Анищенко, посев сухими семенами рано весной дает недружное прорастание семян и неодновременное появление всходов. Норма высева при весеннем сроке 7-8 кг/га, при подзимнем – на 10-15% больше. Глубина посева 1,5-2,0 см, ширина междурядий 60-70 см [6].

Более того, А.Р. Рахимов, З.К. Шаушеков, Н.С. Ющенко, также рекомендуют использовать осенние сроки посева пустырника пятилопастного широкорядным способом (70) или широко-рядным ленточным (15х60) овощными сеялками СОН-2,8, при норме высева 9 кг/га. Урожайность сырья надземной массы данной культуры при осеннем сроке посева составила 24,6 ц/га, а способ посева пригоден для механизированного возделывания пустырника пятилопастного [150].

В поливных условиях Узбекистана считают возможным проводить посев двустрочно овощными сеялками на глубину до 2 см, следом нарезаая грядки через 60-70 см. Учитывая отрицательное влияние почвенной корки, семена вносят в смеси с перегноем, опилками, песком в соотношении 1: 5 [150].

Согласно утверждениям ученых С.А. Тарасенко, А.А. Аутко, С.В. Брилевой, в современных условиях существует возможность выращивания лекарственных растений рассадным способом, что сокращает затраты на семенной материал, а также уход за посевами, дает возможность получения лекарственного растительного сырья в год высадки рассады [13, 12, 19, 151].

В регионах, где лекарственные растения введены в промышленную культуру, особое внимание при разработке агротехники их возделывания уделяется вопросам оптимизации минерального питания и мерам борьбы с сорняками. По мнению большинства авторов, внесение удобрений способствует значительному повышению их урожайности, зимостойкости и качества лекарственного сырья.

Как считает ряд авторов, для получения в течение 3-4 лет высоких и устойчивых урожаев пустырника почва должна быть хорошо заправлена элементами питания. Органические удобрения в дозе 30-40 т/га вносят под предшественник, минеральные удобрения из расчета $N_{45-60} P_{45-60} K_{45-60}$ – под зяблевую вспашку непосредственно под культуру; при посеве в рядки – гранулированный суперфосфат в дозе P_{45-60} [268, 131].

По мнению ученых УО «Гродненский государственный аграрный университет», на дерново-подзолистой супесчаной почве максимальная продуктивность и высокое качество лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного обеспечивается совместным применением навоза 80 т/га и $N_{90}P_{60}K_{90}$ с дополнительной обработкой растений стимуляторами роста эпином и гидрогуматом [180].

По рекомендациям М.Ф. Богачева, Н.Н. Гиндич, В.И. Носырева, начиная со второго года, переходящие посевы рано весной необходимо подкармливать азотно-фосфорными удобрениями – 45 кг/га [23].

По мнению Л. Анищенко, для улучшения условий питания молодых растений и обеспечения равномерного посева семена

смешивают с гранулированным суперфосфатом. Смесь готовят в день посева. На 1 га вносят в качестве рядкового удобрения 20-30 кг суперфосфата [6].

Как утверждают А.М. Рабинович, Л.В. Полуденный, мероприятия по уходу за посевами заключаются в рыхлении междурядий (3-4 раза за период вегетации), букетировке, ручной двукратной прополке в рядках и букетах в первый год жизни растений. После первой уборки проводят ещё 2-3 междурядных рыхления. Длина вегетационного периода растений пустырника пятилопастного достигает 110-130 дней [143, 131].

Согласно рекомендациям Л.В. Полуденного, В.Ф. Сотника, Е.Е. Хлопцева, на второй и последующие годы вегетации пустырника рано весной убирают сухие прошлогодние стебли, рыхлят почву боронами в 1-2 следа, вносят подкормку (NP)45. После отрастания растений и по мере появления сорняков проводят междурядные обработки [131].

Пустырник периодически повреждается некоторыми вредителями и поражается болезнями. По утверждению Ю.И. Гниненко, Л.М. Бушковской, Л.И. Прищепа, на пустырнике развиваются совка, паутинный клещ, пятнистость листьев и мучнистая роса. Для снижения потерь от вредителей и болезней необходимо соблюдать агрорекомендации по возделыванию пустырника, а также использовать современные меры химической защиты, но не позднее, чем за 25 дней до уборки [42, 34, 138, 25]. Этого же мнения придерживаются авторы D. Aulerio, J. Gozek [232, 241].

Как считает А.А. Аутко, в современных условиях наиболее выгодным и экологически безопасным является ленточное внесение гербицида на поверхность гряды, в сочетании с механической обработкой междурядий, обеспечивающее снижение расхода гербицида в 2-3 раза [11, 12].

Пустырник пятилопастный цветет с июня по сентябрь. По мнению авторов В.Ф. Корсун, В.В. Коваленко, Л. Анищенко, Л.В. Полуденного, к уборке приступают в фазе начала цветения. Заготавливают верхние части растений, когда две трети цветков нижней части соцветий цветут, а цветки верхней части находятся в фазе бутонизации [80, 6, 131, 142].

А.Н. Бурмистров, А.К. Грибченко считают, что лучшие семена формируются, когда они созревают на корню, чем при доз-

ревании их на срезанных растениях в валках. Поэтому семена убирают в фазе полного их созревания (конец августа) прямым комбайнированием. Таким способом плантацию используют до шести лет. Урожай семян до 5 ц с 1 га [33, 133, 201, 202].

По утверждениям А. Чиркова, П.С. Чикова, при правильной уборке на одном и том же месте можно проводить заготовку несколько лет подряд, давая после этого отдых посадкам на 1-2 года. Сырье убирают в сухую погоду, после того как сойдет роса [202, 201].

Согласно технологиям возделывания, скашивают пустырник жатками на высоком срезе 25-40 см. Измельченную массу высушивают под навесом или в сушилках. Сушка в огневых сушилках проводится при температуре сушильного агента 50-60⁰С [131].

М.Ф. Богачев, Н.Н. Гиндич, В.И. Носырева рекомендуют проводить сушку на конвейерных сушилках при температуре 80⁰С на верхней ленте, 40⁰С – на нижней. Транспортные ленты предварительно обшивают мешковиной. Урожай сухой травы за два укоса 20-30 ц/га. Цельное сырье упаковывают в мешки по 15 кг или в тюки из ткани по 40-50 кг и хранят в сухих, прохладных, затененных помещениях на стеллажах. Срок годности сырья 3 года [23].

А.Н. Бурмистров, А.К. Грибченко утверждают, что свежесобранные семена пустырника обладают пониженной всхожестью (30-35%) и растянутым периодом прорастания [33]. А. Budvytyte считает, что мере хранения семена проходят послеуборочное дозревание, и их всхожесть уже через два месяца составляет 80-85%. Семена относятся к группе мезобиотов и даже на четвертый-шестой год хранения их всхожесть сохраняется в пределах 75-80% от первоначальной. Общая продолжительность жизни семян 8-9 лет [228].

Анализ литературных источников показал, что пустырник пятилопастный является ценным лекарственным растением с широким использованием его в медицинской практике и ветеринарии. Большая часть имеющихся в литературе материалов посвящена биологическим особенностям этого растения, его отношению к условиям произрастания, химическому составу и использованию лекарственного сырья пустырника, главным образом в условиях биоценозов. В тоже время агротехника возделывания пус-

тырника пятилопастного в культуре, в том числе и система применения удобрений, базируется на достаточно устаревших материалах. В литературе практически отсутствуют вопросы продукционного процесса данного лекарственного растения – накопление органического вещества, формирование ассимиляционной поверхности, синтеза фотосинтетических пигментов, потребления элементов минерального питания и другие, лежащие в основе формирования высокой продуктивности этой культуры. Нет материалов по влиянию средств химизации на активность продукционного процесса, который в конечном итоге определяет урожайность и качество пустырника пятилопастного.

2 ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ

2.1 Валериана лекарственная

2.1.1 Накопление органического вещества

В основе изучения агроценозов лежит системный подход к познанию биологических объектов с использованием теории продукционного процесса (теории урожая). Достижение высокой продуктивности осуществимо только при целенаправленном воздействии на посевы в течение всего вегетационного периода на основе глубокого понимания закономерностей процессов роста и развития. Для более точного прогнозирования урожайности выращиваемых культур необходимо учитывать общее физиологическое состояние растений. Таким интегральным показателем может быть биомасса, накопленная к цветению и уборке культуры. Она отражает агрометеорологические условия произрастания, биологические особенности вида, уровень агротехники, условия минерального питания и ряд других факторов воздействующих на растение. Синтез органического вещества и накопление биомассы растениями является основой продукционного процесса культуры [141, 178].

В данном разделе используется термин «среднее значение по вариантам опыта». Его использование имеет свое обоснование. Такой параметр позволяет усреднить данные по отдельным вариантам (изучаемого фактора) и представить обобщенную характеристику развития процесса во времени. Это значит, что исследуемые варианты не могут изменить общую закономерность биологического развития растений, которая закреплена в его геноме, но они могут повлиять на абсолютные параметры накопления на отдельных этапах роста и развития растительных организмов.

Растения валерианы лекарственной относятся к многолетним, поэтому процесс образования органического вещества в течение вегетации характерен для растений данной группы.

В наших исследованиях установлено, что накопление общей биомассы валерианы происходило в течение всего периода вегетации практически по всем вариантам опыта вплоть до уборки (табл. 1).

Таблица 1 – Накопление сухой биомассы растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, ц/га (в среднем за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев			Фаза 10-12 настоящих листьев			Фаза прикорневой розетки листьев			Уборка		
	ботва	корни и кор-ща	общая	ботва	корни и кор-ща	общая	ботва	корни и кор-ща	общая	ботва	корни и кор-ща	общая
Контроль	2,9	2,0	4,9	11,2	10,9	22,1	19,0	20,8	39,8	23,2	16,5	39,7
N ₉₀ P ₄₀ K ₆₀	3,2	2,2	5,4	13,0	13,0	26,0	21,9	24,7	46,6	28,9	18,9	47,8
Навоз 40 т/га – фон 1	3,5	2,3	5,8	12,9	12,6	25,5	20,9	24,8	45,7	27,6	17,3	44,9
Фон 1+ N ₉₀ P ₄₀ K ₆₀	3,7	2,5	6,3	13,8	15,6	29,4	24,0	28,6	52,6	37,1	24,4	61,5
Навоз 80 т/га – фон 2	4,0	2,9	6,9	14,2	15,6	29,8	24,6	30,8	55,4	41,1	31,2	72,3
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₆₀	4,3	3,0	7,3	15,0	17,5	32,5	28,6	37,7	66,3	59,9	36,4	96,3
Навоз 120 т/га – фон 3	4,1	3,0	7,1	15,2	18,4	33,6	28,4	35,4	63,8	47,8	34,3	82,1
Фон 3+ N ₉₀ P ₄₀ K ₆₀	4,6	3,3	7,9	16,6	19,8	36,4	33,8	40,1	73,9	60,8	40,8	101,6
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	4,8	3,6	8,4	18,0	20,6	38,6	35,2	41,4	76,6	69,2	44,7	113,9
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	5,2	3,8	9,0	19,2	21,3	40,5	37,4	46,0	83,4	75,3	47,0	122,3
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогулат	5,0	3,7	8,7	18,8	20,3	39,1	36,3	42,4	78,7	69,0	45,2	114,2
В среднем по вариантам	4,1	2,9	7,0	15,3	16,9	32,2	28,2	33,9	62,1	49,1	32,4	81,5

Наиболее значительный прирост органического вещества отмечался в период 10-12 настоящих листьев – прикорневая розетка листьев (август – сентябрь), а также прикорневая розетка – уборка (сентябрь-октябрь). В среднем за 3 года в эти периоды растения валерианы лекарственной накапливали 37 и 34% от общего количества органического вещества. Наиболее низкие темпы образования органического вещества пришлись на фазу 5-6 настоящих листьев (июль), когда накопление биомассы составило всего лишь 9% от общего количества. Это было связано с растянутым периодом приживаемости рассады валерианы.

Осенью (сентябрь-октябрь) на варианте, где не применялись удобрения (контроль), приросты органического вещества в растениях валерианы не отмечались. Это объясняется тем, что образование биомассы в процессе фотосинтеза в это время компенсировалось потерей органического вещества с листовым опадом. Образование органического вещества в надземной части растений валерианы лекарственной (ботва) протекало в течение всего периода вегетации вплоть до уборки в октябре, тогда как накопление сухой массы корней и корневищ практически прекращается в сентябре в фазу прикорневой розетки листьев.

Накопление органического вещества в различных частях растений валерианы происходило неодинаковыми темпами. На начальных этапах роста и развития (июль) по всем вариантам, а на более поздних этапах (август) – только на контроле, количество органического вещества в надземной части было больше, чем масса корней и корневищ. Это связано с биологией данной культуры, которая в начале вегетации, как и многие растения этой группы, более активно формируют свою надземную часть. На более поздних этапах роста и развития (август, сентябрь) количество органического вещества в корнях и корневищах начало превышать это количество в ботве.

В тоже время в период уборки (октябрь) количество органического вещества ботвы вновь стало преобладать над органической массой подземной части растений. Это связано с тем, что за последний месяц вегетации валерианы некоторая часть органического вещества корней и корневищ была утеряна за счет отмирания придаточных корней. Нельзя отрицать наличие в это время и процесса фотосинтеза в листьях растений, так как общее количе-

ство органического вещества за последний месяц увеличилось. Наиболее быстрые темпы накопления органического вещества в подземной части отмечались в период от 10-12 настоящих листьев до прикорневой розетки листьев. В это время в корнях и корневищах накопление органического вещества составило 50% от общего количества. Что касается накопления органической массы в ботве, то наиболее продуктивным являлся период прикорневая розетка листьев – уборка. Прирост органического вещества в это время составил 58% от общего количества.

На темпы образования органического вещества значительное влияние оказывали условия минерального питания. Наиболее эффективным было внесение органических удобрений, положительное действие которых стало проявляться уже в июле месяце (фаза 5-6 настоящих листьев) (рис.1).

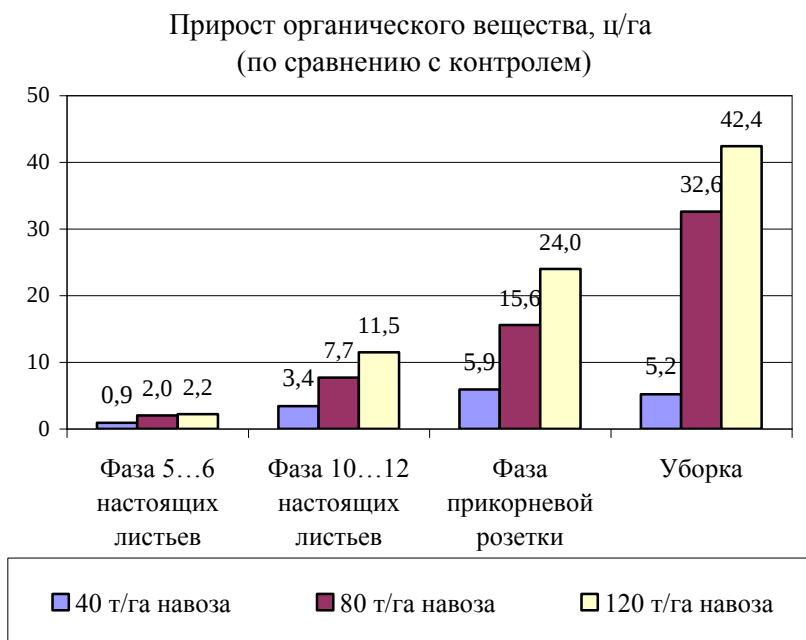


Рисунок 1 – Влияние органических удобрений на прирост биомассы растений валерианы лекарственной (среднее за 2000-2002 гг.)

Так, прирост биомассы от 40, 80 и 120 т/га навоза составил в среднем за 3 года в фазу 5-6 настоящих листьев 0,9, 2,0 и 2,2, в фазу 10-12 настоящих листьев 3,4, 7,7 и 11,5, в фазу прикорневой розетки листьев 5,9, 15,6 и 24,0 и при уборке 5,2, 32,6 и 42,4 ц/га соответственно.

Это связано с тем, что применение органических удобрений обеспечивало почву как легкодоступными, так и потенциально мобильными питательными элементами, которые при минерализации навоза переходят в подвижные формы. Навоз улучшает тепловой, водный, воздушный режимы почвы, обогащает ее углекислым газом и полезной микрофлорой.

Применение органических удобрений в большей степени оказывало влияние на накопление сухого вещества в ботве, чем в корнях и корневищах. Так, в фазу 10-12 настоящих листьев прирост в первом случае составил 1,7-7,5, а во втором – всего лишь 1,7-4,0 ц/га, в фазу прикорневой розетки – 4,0-14,6 и 1,9-9,4 ц/га соответственно (табл.1).

Применение минеральных удобрений также было достаточно эффективным, причем их действие зависело от того, как они применялись – одни или совместно с навозом (рис.2).

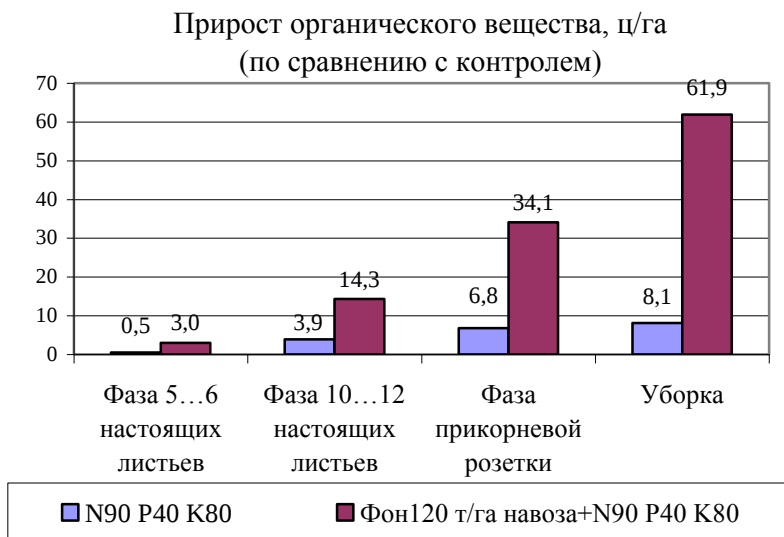


Рисунок 2 – Влияние минеральных удобрений на прирост органического вещества растений валерианы лекарственной (среднее за 2000-2002 гг.)

В среднем за 3 года внесение $N_{90}P_{40}K_{60}$ на безнавозном фоне увеличивало общий прирост органического вещества в фазу 5-6 настоящих листьев на 0,5, в фазу 10-12 настоящих листьев на 3,9, в фазу прикорневой розетки листьев на 6,8 и при уборке на 8,1 ц/га, в то время как при совместном внесении с навозом (120 т/га) прирост составил в первую фазу –3,0, во вторую – 14,3, в третью – 34,1 и в четвертую – 61,9 ц/га. На начальных этапах роста и развития внесение минеральных удобрений ($N_{90}P_{40}K_{60}$) более существенно проявлялось на увеличение органической массы корней и корневищ. Так, в фазу 5-6 настоящих листьев, прирост биомассы подземной части составил 1,0, в то время как прирост биомассы ботвы – 0,6 ц/га. На более поздних этапах действие минеральных удобрений было более эффективным в отношении увеличения органической массы надземной части растений. Так, прибавки сухого вещества в ботве составили в августе – сентябре 2,1-3,9, в то время как в корнях и корневищах – 1,8-2,9 ц/га (табл. 1).

Изучаемый в опыте симулятор роста эпин обладал анти-стрессовой направленностью, способствовал приживаемости рассады при пересадке ее в открытый грунт, что в дальнейшем обусловило более высокие темпы образования органического вещества в растениях. В среднем за 3 года, по сравнению с контролем, эпин увеличивал накопление органического вещества в июле на 4,1, в августе – на 18,4, в сентябре – на 43,6 и при уборке (в октябре) на 82,6 ц/га (рис. 3).

Действие гидрогумата было менее эффективным и составляло 3,8, 17,0, 38,9 и 74,5 ц/га соответственно.

Максимальное образование органического вещества в течение вегетации валерианы лекарственной проходило на вариантах с предельными дозами органических (120 т/га навоза), минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$) и стимуляторами роста (эпин, гидрогумат), т.е. при создании оптимальных условий обеспеченности элементами минерального питания и другими факторами жизнедеятельности растений.

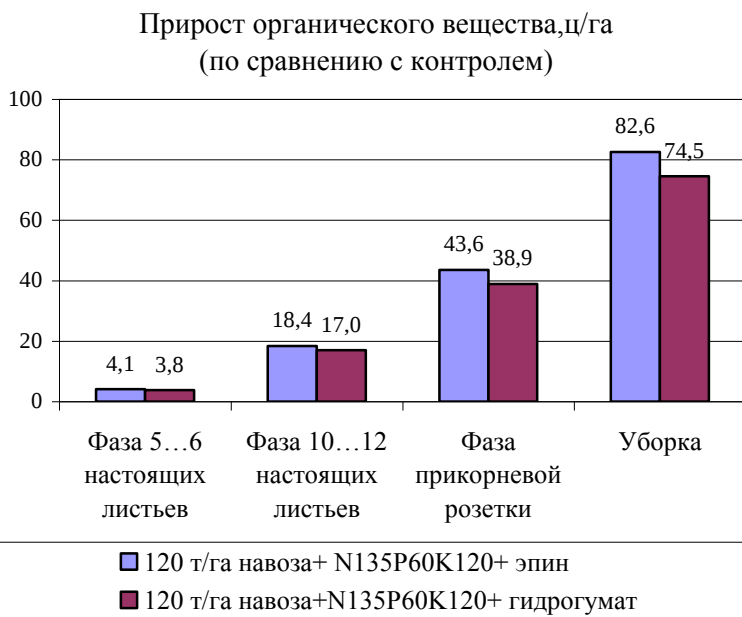


Рисунок 3 – Влияние стимуляторов роста на прирост органического вещества растений валерианы лекарственной (среднее за 2000-2002 гг.)

2.1.2 Формирование ассимиляционной поверхности

Процессы образования органического вещества сельскохозяйственными культурами и формирование урожая обуславливаются ассимиляционной поверхностью растений, которая представлена, прежде всего, площадью листьев. Именно листовому аппарату принадлежит главная роль в образовании ассимилянтов, за счет которых происходит рост и накопление органического вещества [186]. Удобная система регуляции светового потока, наличие прозрачных для световых лучей клеток эпидермиса, а также основной ассимилирующей ткани – столбчатой и губчатой паренхимы, хорошо развитой проводящей системы (жилкование), а также специальных приспособлений для газообмена (устьица) и других анатомических и морфологических особенностей, выдвинули этот орган растений в число наиболее значимых в процессах образования органических веществ. Фотосинтетическая деятель-

ность растений в посевах характеризуется рядом параметров, важнейшим из них является площадь листьев, показывающая размеры фотосинтетического аппарата. Этот показатель может выражаться индексом листовой поверхности (ИЛП) – отношением общей площади листьев растений к площади, на которой размещаются эти растения [90, 186, 216]. Необходимо иметь в виду, что для высокой активности продукционного процесса требуется обеспечить не максимальную, а оптимальную площадь листьев. Чрезмерное нарастание листовой поверхности имеет негативные последствия, так как приводит к затенению отдельных листьев, снижению КПД ФАР и неэффективной трате ассимилянтов на образование «неработающей» ассимиляционной поверхности. Оптимизация листовой поверхности посева – важный способ управления продукционным процессом при возделывании сельскохозяйственных растений [16].

В исследованиях установлено, что формирование ассимиляционной поверхности растений валерианы лекарственной происходило на протяжении всего периода роста и развития. На начальных этапах в фазу 3-4 настоящих листьев (июнь) листовая пластинка валерианы слаборазвитая, тонкая, с невыраженной перисторассеченностью листа. Индекс листовой поверхности достигал минимальных показателей. Начиная с фазы 5-6 настоящих листьев он резко увеличивался, общая площадь листовой поверхности в это время по вариантам опыта составляла 3000-4000 (ИЛП – 0,3-0,4) и в фазу 10-12 настоящих листьев 9000-21000 м² на гектаре (ИЛП – 0,9-2,1). Максимальный прирост листовой поверхности растений валерианы отмечался во второй период вегетации на этапе 10-12 настоящих листьев – прикорневая розетка листьев. В среднем за 3 года индекс листовой поверхности за этот период увеличился на 1,4-2,5 единиц. К периоду прекращения вегетации (октябрь) прирост ассимилирующей поверхности листьев оставался достаточно высоким. ИЛП увеличивался на 1,4-2,0 единиц (табл. 2). Следует отметить, что указанные закономерности были в целом справедливы и для отдельных лет проведения исследований с этой культурой.

Рост листовой пластинки во многом обуславливается уровнем обеспеченности растений элементами минерального питания, которые непосредственно участвуют в биосинтезе органи-

ческих веществ, идущих на формирование ассимиляционной поверхности. Для такого биосинтеза необходимы как макро-, так и микроэлементы, присутствующие в органических и минеральных удобрениях, применяемых в наших опытах.

Таблица 2 – Динамика индекса листовой поверхности растений валерианы лекарственной, (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев	Фаза 10-12 настоящих листьев	Фаза прикорневой розетки листьев	Уборка
Контроль	0,3	0,9	2,3	3,7
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	0,3	1,1	2,8	4,2
Навоз 40 т/га – фон 1	0,3	1,0	2,6	4,2
Фон 1+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	0,3	1,3	3,1	4,7
Навоз 80 т/га – фон 2	0,3	1,4	3,1	4,7
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	0,4	1,5	3,6	5,1
Навоз 120 т/га – фон 3	0,3	1,6	3,5	5,0
Фон 3+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	0,3	1,7	4,0	5,9
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	0,4	1,9	4,2	6,2
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	0,4	2,1	4,6	6,6
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	0,4	2,0	4,5	6,4
В среднем по вариантам	0,3	1,5	3,5	5,1

Органические удобрения – это удобрения длительного срока действия. Поэтому на начальных этапах в фазу 5-6 настоящих листьев их влияние не прослеживалось и только в фазу 10-12 настоящих листьев установлено положительное действие навоза на формирование листовой поверхности растений. В этот период прирост индекса листовой поверхности от доз 40 т/га навоза составил 0,1, 80 т/га – 0,5 и 120 т/га – 0,7 единиц.

Значительное действие на нарастание листьев органические удобрения оказали в фазу прикорневой розетки, обеспечивая увеличение листовой поверхности на 0,3, 0,7 и 1,2 и при уборке – на 0,5, 1,0 и 1,3 единицы соответственно.

Существенное положительное влияние на индекс листовой поверхности оказали и минеральные удобрения. В среднем за 3 года при внесении $N_{90}P_{40}K_{60}$ на безнавозном фоне увеличение индекса листовой поверхности в фазу 10-12 настоящих листьев составило 0,2, в фазу прикорневой розетки – 0,5 и при уборке 0,5. При внесении $N_{90}P_{40}K_{60}$ совместно 120 т/га навоза прирост индекса листовой поверхности, по сравнению с контролем, был очень значительным и составил 0,8, 1,7 и 2,2 единицы соответственно.

Полученные данные еще раз подтверждают тезис о том, что только совместное применение органических и минеральных удобрений создает наилучшие условия питания сельскохозяйственных культур, обеспечивая их как легкодоступными, так и потенциально доступными соединениями и питательными элементами. Их действие может быть усилено при использовании фитогормонов.

Установлен высокий положительный эффект от совместного применения удобрений и стимуляторов роста в отношении нарастания листовой поверхности растений валерианы. Использование антистрессового стимулятора роста эпина на максимальном фоне органических и минеральных удобрений (навоз 120 т/га совместно с $N_{135}P_{60}K_{120}$) привело к увеличению индекса листовой поверхности по сравнению с контролем в фазу 10-12 настоящих листьев на 1,2, в фазу прикорневой розетки листьев на 2,3 и при уборке на 2,9 единицы, что является предельными величинами, полученными в опытах.

Гидрогумат обладал другим спектром действия на растения, обеспечивая меньшую эффективность. Индекс листовой поверхности, по сравнению с контролем, увеличился на 1,1, 2,2 и 2,7 единицы соответственно при совместном применении навоза 120 т/га, минеральных удобрений $N_{135}P_{60}K_{120}$ и обработке рассады валерианы этим стимулятором роста растений.

2.1.3 Накопление пигментов фотосинтеза

Фотосинтез может протекать в различных органах растения (стебель, чашелистики, плоды и т.д.), но в основном он осуществляется в листе. Данному процессу подчинена вся его структура. Важнейшую роль в процессе фотосинтеза в растениях играют зеленые пигменты – хлорофиллы. Французские ученые

П.Ж Пелетье и Ж. Кавенту выделили из листьев зеленое вещество и назвали его хлорофиллом (от греч. «хлорос» – зеленый и «филлон» – лист). В настоящее время известно около десяти видов хлорофилла. Они отличаются по химическому строению, окраске, распространению среди живых организмов. У высших растений содержатся хлорофиллы *a* и *b* [5, 90, 184].

Образование и накопление пигментов фотосинтеза в зеленом листе происходит исключительно под действием лучистой энергии. Для нормального функционирования растений необходимо определенное их количество. Синтез молекул хлорофилла непосредственно связан с уровнем обеспеченности растений элементами минерального питания – азотом, фосфором, калием, магнием, железом, медью, марганцем, цинком и другими, которые, или входят в состав пигментов, или обеспечивают ферментативную активность биосинтеза хлорофиллов. Следовательно, количество хлорофилла – важный фактор, влияющий на деятельность фотосинтетического аппарата [5, 90, 184]. Поэтому, определяя условия выращивания лекарственных растений, необходимо обеспечивать достаточное содержание пигментов фотосинтеза в листьях и стеблях, чем и достигается высокий коэффициент полезного действия ФС-1 и ФС-2.

Одной из наиболее важных характеристик фотосинтетического аппарата растений валерианы лекарственной является наличие определенного количества пигментов, принимающих непосредственное участие в процессе фотосинтеза: хлорофилла "a" и "b", а также и каротиноидов (каротин и ксантофилл). Именно эти пигменты обеспечивают поглощение квантов солнечного света и трансформацию их энергии в энергию макроэргических соединений [114, 184].

Хлорофиллы и каротиноиды входят в состав фотосинтетически активных систем, обеспечивающих протекание реакций циклического и нециклического фосфорилирования, в результате которых в хлоропластах растительных клеток образуют АТФ, НАДФН⁺ + Н⁺ и газообразный кислород.

В наших исследованиях пигментный состав листьев валерианы лекарственной был представлен преимущественно хлорофиллами и в меньшей степени каротиноидами. В среднем за 3 года отношение между этими двумя группами пигментов составляло в фазу 5-6 настоящих листьев 9,6, в фазу 10-12 настоящих листьев

6,4, в фазу прикорневой розетки листьев 5,0 и при уборке 4,3 в пользу хлорофиллов (табл. 3). Это отношение обусловлено биологическими особенностями листового аппарата растений.

Таблица 3 – Изменение содержания фотосинтетических пигментов в растениях валерианы лекарственной в течение вегетации, % на сухую массу, 2000-2002 гг. (среднее)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев		Фаза 10-12 настоящих листьев		Фаза прикорневой розетки листьев		Уборка	
	сумма хлорофиллов (a + b)	каротиноиды	сумма хлорофиллов (a + b)	каротиноиды	сумма хлорофиллов (a + b)	каротиноиды	сумма хлорофиллов (a + b)	каротиноиды
Контроль	1,65	0,23	2,75	0,54	2,97	0,91	2,95	0,98
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	1,97	0,24	3,00	0,53	3,09	0,69	3,02	0,73
Навоз 40 т/га – фон 1	1,91	0,22	2,94	0,51	3,10	0,67	3,03	0,70
Фон 1+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2,11	0,25	3,21	0,55	3,35	0,67	3,15	0,70
Навоз 80 т/га – фон 2	2,06	0,23	3,22	0,55	3,40	0,71	3,18	0,78
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2,24	0,23	3,47	0,52	3,64	0,73	3,29	0,80
Навоз 120 т/га – фон 3	2,17	0,25	3,49	0,51	3,54	0,72	3,25	0,80
Фон 3+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2,38	0,22	3,67	0,53	3,73	0,65	3,52	0,72
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	2,52	0,23	3,81	0,54	3,93	0,68	3,77	0,75
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	2,63	0,23	3,98	0,51	4,13	0,70	3,81	0,73
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогуMAT	2,62	0,21	3,97	0,53	4,11	0,69	3,79	0,72
Среднее	2,21	0,23	3,41	0,53	3,54	0,71	3,34	0,77

Образование хлорофиллов в листьях валерианы происходило до сентября, достигая максимальных абсолютных показателей в фазу прикорневой розетки листьев. К уборке содержание этих пигментов снижалось. Наиболее интенсивно биосинтез хлорофилла проходил до фазы 5-6 настоящих листьев. В этот период увеличение содержания в среднем по вариантам опыта составило 47% от его максимального накопления. Наименее активно образование хлорофилла протекало в период 10-12 настоящих листьев – прикорневая розетка листьев. Прирост составил всего 4%.

В процессе фотосинтеза принимают участие и другие пигменты – каротиноиды. Они выполняют роль дополнительных, которые передают энергию поглощенных квантов хлорофиллу для совершения фотохимической работы. Каротиноиды являются более устойчивыми к действию неблагоприятных факторов внешней среды, чем молекулы хлорофилла. Основное количество этих пигментов образовывалось в листьях валерианы в период 5-6 – 10-12 настоящих листьев. Прирост составил 43% от максимального количества. Биосинтез каротиноидов продолжался в течение всего периода вегетации до уборки в октябре.

Улучшение условий питания растений валерианы лекарственной приводило к значительным изменениям в содержании фотосинтетических пигментов. Применение навоза в дозе 40, 80 и 120 т/га увеличивало содержание хлорофилла в фазу 5-6 настоящих листьев на 0,26, 0,41 и 0,52 процентных пункта (п.п.), в фазу 10-12 настоящих листьев соответственно на 0,19, 0,47 и 0,74 п.п., в фазу прикорневой розетки на 0,13, 0,43 и 0,57 п.п., при уборке на 0,07, 0,23 и 0,30 п.п.

Действие органических удобрений на содержание каротиноидов было иным. Максимальное содержание этих пигментов отмечалось на контрольном варианте. Применение навоза в дозе 40, 80 и 120 т/га в первые 3 фазы не оказывало положительного влияние на содержание каротиноидов в листьях валерианы, в фазу прикорневой розетки этот показатель даже уменьшался соответственно на 0,24, 0,20, 0,19 п.п., а при уборке на 0,28, 0,20, 0,18 п.п. Улучшение условий минерального питания растений приводило к изменению соотношения между хлорофиллами и каротиноидами в пользу первых, так как молекула хлорофилла является более чувствительной к воздействию благоприятных

факторов внешней среды (улучшение условий минерального питания), в то время как каротиноиды характеризуются отсутствием реакции на наличие питательных элементов.

Влияние минеральных удобрений на накопление хлорофилла начинало проявляться в фазу 5-6 настоящих листьев. Внесение $N_{90}P_{40}K_{60}$ увеличивало этот показатель на 0,32 п.п., применение этой же дозы минеральных удобрений совместно со 120 т/га навоза повышало содержание хлорофилла на 0,87 п.п. В фазу 10-12 настоящих листьев эти увеличения соответственно составили 0,25 в первом и 1,06 п.п. – во втором случае. В фазу прикорневой розетки 0,12 и 0,96 п.п. При уборке 0,07 и 0,57 п.п. К концу вегетации положительное действие минеральных удобрений уменьшалось.

Вносимые питательные элементы по-другому действовали на содержание каротина и ксантофилла.

Отрицательное влияние минеральных удобрений на накопление каротиноидов проявлялось в конце вегетации растений валерианы лекарственной в фазу прикорневой розетки листьев, когда внесение $N_{90}P_{40}K_{60}$ на безнавозном фоне снижало этот показатель на 0,22 п.п, а совместное внесение со 120 т/га навоза уменьшало количество каротиноидов на 0,26 п.п. При уборке снижение составило 0,25 и 0,26 п.п. соответственно.

Совместное применение удобрений и стимуляторов роста являлось самым эффективным способом увеличения содержания хлорофилла в листьях валерианы лекарственной. Его количество в течение вегетации увеличивалось, по сравнению с контролем, на 38-61% на вариантах с применением максимальных доз минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$), навоза (120 т/га) и стимуляторов роста.

2.1.4 Хлорофилловый индекс (ХИ)

Темпы развития продукционного процесса у растений, а, следовательно, и величина урожая обуславливается физиологическими и биохимическими изменениями, которые протекают в растительном организме в течение вегетации. Это, прежде всего, биосинтез органического вещества и образование фотосинтетических пигментов, на изменение которых значительное влияние

оказывают условия минерального питания и метеорологические особенности вегетационного периода [2]. Важнейшим комплексным физиологическим показателем, характеризующим накопление хлорофилла на единице площади (кг/га) и позволяющим учитывать вклад всех органов растения, является хлорофилловый индекс (ХИ). Этот показатель позволяет оценивать потенциальные возможности растений к формированию урожайности, так как количество фотосинтетического пигмента определяет во многих случаях активность процесса фотосинтеза [108].

Структура хлорофиллового индекса состоит из двух составляющих: количества сухого вещества, синтезируемого растениями на единице площади, и содержания в нем основного пигмента фотосинтеза – хлорофилла [108, 16].

В наших исследованиях в среднем за 3 года динамика хлорофиллового индекса имеет ярко выраженную закономерность: его количество увеличивалось в течение всего периода вегетации вплоть до фазы прикорневой розетки листьев (табл. 4).

Таблица 4 – Изменения хлорофиллового индекса в растениях валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев	Фаза 10-12 настоящих листьев	Фаза прикорневой розетки листьев	Среднее за вегетацию
Контроль	11,1	33,3	49,9	31,4
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	14,6	42,0	57,5	38,0
Навоз 40 т/га – фон 1	15,1	40,3	53,6	36,3
Фон 1+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	17,3	45,9	75,0	46,0
Навоз 80 т/га – фон 2	18,3	47,0	79,6	48,3
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	22,6	52,4	109,9	61,6
Навоз 120 т/га – фон 3	21,7	52,4	111,9	62,0
Фон 3+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	28,6	64,2	155,5	82,8
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	33,3	72,8	167,8	91,3
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	45,2	84,0	187,9	105,7
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	40,9	80,6	175,9	99,1
В среднем по вариантам	24,4	56,0	111,3	64,1

Наибольший прирост хлорофиллового индекса в среднем по всем вариантам опыта отмечался на этапе 10-12 настоящих листьев – прикорневая розетка листьев (50% от общего накопления).

Необходимо отметить, что рост хлорофиллового индекса в течение вегетации валерианы лекарственной обуславливается как приростом органического вещества, так и увеличением содержания в нем хлорофилла.

Вносимые органические, минеральные удобрения и стимуляторы роста оказали существенное влияние на изменение хлорофиллового индекса растений валерианы лекарственной. Наиболее значительное действие удобрений проявлялось на поздних этапах роста и развития. Так, если применение навоза в дозе 40, 80 и 120 т/га увеличивало хлорофилловый индекс в фазу 5-6 настоящих листьев по сравнению с контролем на 4,0, 7,2, 10,6, то в фазу 10-12 настоящих листьев на 7,0, 13,7, 19,1 и в фазу прикорневой розетки листьев на 3,7, 29,7, 62,0 кг/га. Действие одних минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{40}K_{60}$ было также эффективно. Обеспечивался прирост хлорофиллового индекса в первую фазу на 3,5, во вторую – на 8,7, в третью – на 7,6 кг/га.

Еще более значимым было совместное действие органических и минеральных удобрений (120 т/га навоза + $N_{135}P_{60}K_{120}$). Увеличение хлорофиллового индекса составило 22,2 в фазу 5-6 настоящих листьев, 39,5 в фазу 10-12 настоящих листьев и 117,9 кг/га в фазу прикорневой розетки листьев.

Применение стимуляторов роста эпина и гидрогумата (на фоне 120 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями $N_{135}P_{60}K_{120}$) обеспечивало максимальный, по сравнению с контролем, прирост хлорофиллового индекса, который достигал в первую фазу 29,8-34,1, во вторую 47,3-50,7, в третью 126,0-138,0 кг/га.

2.2 Пустырник пятилопастный

2.2.1 Приживаемость рассады

Процессы вторичного корнеобразования у молодых растений сельскохозяйственных культур и последующая их адаптация к полевым условиям в значительной степени обуславливаются особенностями выращивания рассады в защищенном грунте, складывающимися в период высадки погодно-климатическими условия-

ми [72, 73] и уровнем эффективного плодородия почвы [3], которое формировалось путем внесения органических и минеральных удобрений. Немаловажная роль принадлежит и стимуляторам роста растений [10, 27, 55, 70, 113, 136, 137, 151, 198].

В наших исследованиях на вариантах с внесением одних органических удобрений и на контроле показатель приживаемости рассады пустырника был максимален – 93-95%. При совместном применении органических и минеральных удобрений он был ниже – 82-88%. Самые низкие показатели приживаемости рассады были отмечены при применении минеральных удобрений – 75-78% (табл. 5).

Таблица 5 – Влияние удобрений и стимуляторов роста растений на приживаемость рассады, % от высаженной, 2003-2004 гг., (среднее)

Вариант опыта	Приживаемость, %	Вариант опыта	Приживаемость, %
Контроль (без удобрений)	95	Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	86
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	75	Навоз 80 т/га – фон 2	95
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	75	Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	88
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	78	Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	83
Навоз 40 т/га – фон 1	93	Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	87
Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	82	Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	94
Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	85	Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	95

Это связано с тем, что молодые растения пустырника пятилопастного при выемке и пересадке в грунт теряют значительную часть наиболее деятельной корневой системы. Попадая в условия высокой концентрации питательных веществ (отмеченные последние варианты) они быстро теряют воду ввиду перемещения ее из растений в более концентрированный почвенный раствор и погибают. В тоже время на вариантах с органическими удобрениями концентрация раствора повышается не столь значительно и адаптация рассады проходит лучше.

Процессы приживаемости рассады во многом определяются биологическими и физиологическими особенностями растений к регенерации отдельных своих частей, преимущественно корневых

волосков, утерянных при выемке рассады из защищенного грунта. Данный период является стрессовым в отношении водопотребления молодых растительных организмов, так как существует ярко выраженное противоречие между достаточно развитой транспирационной поверхностью листьев (верхний концевой двигатель водного тока) и поврежденной и недостаточно развитой системой потребления воды из почвы (корневая система). При обычных условиях поверхность корневой системы должна превышать поверхность надземной массы в 150-200 раз, у рассады сельскохозяйственных культур это соотношение гораздо ниже.

Использование стимуляторов роста антистрессовой направленности позволяет адаптировать растения к недостатку влаги в почве и повысить приживаемость рассады. В наших исследованиях обработка препаратами эпин и гидрогумат на варианте с максимальным уровнем минеральных и органических удобрений позволила повысить приживаемость рассады на 7 и 8% соответственно. Стимуляторы роста растений способствовали быстрому восстановлению корневой системы и рациональному использованию влаги вегетирующими растениями. Возможно адаптация рассады связана также с образованием белков теплового шока.

2.2.2 Биологические особенности продукционного процесса пустыrnика пятилопастного в первый год жизни растений

В результате исследований установлено (табл. 6), что общее накопление сухой биомассы растениями пустыrnика пятилопастного (корень, стебель, лист) проходило неравномерно в течение всего периода вегетации вплоть до уборки урожая. В июне накопление органического вещества растениями по вариантам опыта составило 7-9, в июле – 42-61% от максимального количества за вегетацию (август).

Отметим, что достаточно активное образование биомассы в растениях пустыrnика происходило при условии полного обеспечения органическими, минеральными удобрениями и стимуляторами роста растений. В период вегетации темпы синтеза веществ на этих вариантах были в 3,0 и 3,1 в июне, в 2,6 и 3,1 в июле, в 3,0 и 2,6 раза в августе выше, чем на вариантах, где средства химизации не применялись (контроль).

Таблица 6 – Накопление сухой биомассы растениями пустыря пятилопастного в период вегетации, ц/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь				Июль				Август			
	Корни	Стебли	Листья	Общая масса	Корни	Стебли	Листья	Общая масса	Корни	Стебли	Листья	Общая масса
Контроль	1,5	0,2	0,7	2,4	6,9	2,1	8,9	17,9	19,1	3,2	11,6	35,2
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	2,1	0,4	0,9	3,4	11,3	2,1	11,3	24,7	22,8	3,4	15,0	40,2
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	3,9	0,6	0,9	5,4	16,0	2,5	11,3	29,8	32,4	9,3	19,6	61,3
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	4,2	0,7	1,2	6,1	16,9	2,9	11,7	31,5	38,6	11,6	24,4	74,6
Навоз – 80 т/га (фон)	4,8	0,5	1,3	6,6	17,2	2,6	10,2	30,0	37,3	10,8	23,2	71,3
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	4,7	0,6	1,7	7,0	17,7	5,2	13,1	36,0	44,4	10,9	22,6	77,9
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	5,3	0,6	1,3	7,2	19,2	4,5	15,1	38,8	38,4	17,6	24,9	80,9
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	5,1	0,8	1,5	7,4	21,6	4,7	15,4	41,7	41,9	17,8	25,0	84,7
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	5,2	0,7	1,4	7,5	24,2	6,1	15,8	46,1	65,1	14,9	25,0	105,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	5,5	0,6	1,4	7,5	29,1	5,0	21,2	55,3	46,0	16,1	29,0	91,1

На накопление сухого вещества пустырника пятилопастного существенное влияние оказала обеспеченность растений элементами минерального питания. При использовании минеральных удобрений ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) прирост общей массы растений составил в июне 1,0-3,7, в июле 6,8-13,6, в августе 5,0-39,4 ц/га.

Использование органических удобрений обеспечивало почву питательными веществами, которые при минерализации переходят в легкоподвижные формы. Более того, внесение навоза при выращивании лекарственных культур приводит к улучшению теплового, водного и воздушного режимов почвы, обогащению ее полезной микрофлорой. Действие навоза (80 т/га) было близким к действию минеральных удобрений и стало проявляться уже в начале вегетации. Прирост общей массы растений от использования данных удобрений достиг 4,2, 12,1 и 36,1 ц/га в июне, в июле и августе соответственно.

Применение отдельно органических и минеральных удобрений достаточно эффективно повлияло на накопление биомассы растений пустырника пятилопастного.

Однако действие удобрений было гораздо выше при их совместном использовании (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$). Увеличение общей массы растений пустырника по отношению к контролю составило 4,6-5,0, 18,1-23,8 и 42,7-49,5 ц/га в июне, июле и августе соответственно.

Дополнительная обработка стимуляторами роста (эпин и гидрогумат) имела особое значение при рассадном способе выращивания пустырника пятилопастного. Антистрессовый характер стимуляторов оказал, как было отмечено выше, положительное влияние на приживаемость рассады, а в конечном итоге и на накопление биомассы растений к моменту цветения и уборки. Обработка гидрогуматом обеспечивает прирост общей биомассы, в сравнении с фоновым вариантом (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$), на 0,1-6,4 ц/га. Влияние эпина на накопление органического вещества растениями пустырника пятилопастного было несколько иным. Действие стимулятора стало проявляться к середине вегетации лекарственной культуры. Прирост общей биомассы растений в июле составил 4,6, а в августе – 20,3 ц/га.

Таким образом, максимальное образование сухого вещества в течение вегетации пустырника пятилопастного проходило на

вариантах с высокими дозами органических (80 т/га навоза), минеральных удобрений (N90P60K90) и стимуляторов роста растений (эпин, гидрогумат), т.е. при создании оптимальных условий жизнедеятельности растений.

Рассматривая динамику накопления органического вещества в растениях пустырника пятилопастного по отдельным органам, отметим, что эти процессы протекали в корнях, стеблях и листьях в течение всей вегетации.

Сформировавшаяся корневая система – сложный специализированный орган. Он выполняет большое количество функций, в том числе поглощение воды и питательных веществ, первичное превращение ряда поглощенных соединений, синтез органических веществ, которые затем перемещаются в другие органы растений [216, 21, 90].

Структура органического вещества растений пустырника пятилопастного в течение вегетации меняется значительно (рис. 4).

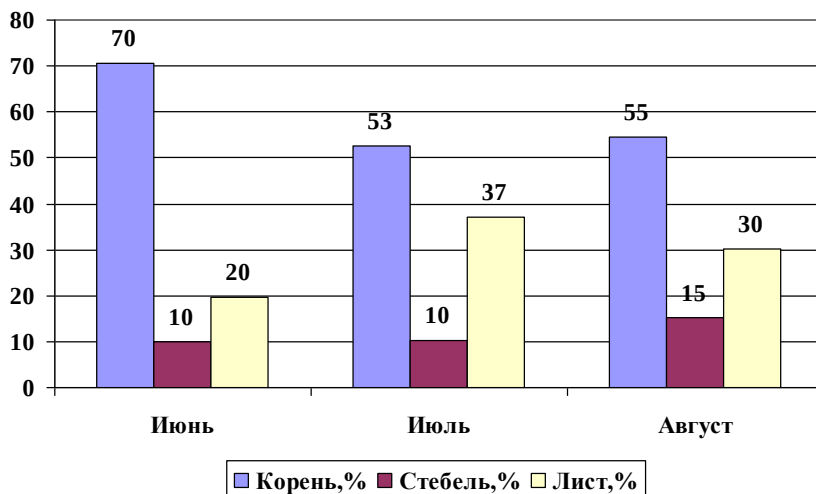


Рисунок 4 – Структура биомассы растений пустырника пятилопастного в период вегетации, % (среднее по вариантам за 2003, 2004, 2006 гг.)

В начале роста и развития (июнь) большая часть биомассы растений сосредоточена в корнях (70%). Это вполне объяснимо с позиций биологии данного растения (многолетняя культура).

После завершения формирования корневой системы пустырник активно поглощает питательные элементы, усиливается процесс фотосинтеза, в результате чего в надземной массе увеличивается количество органического вещества. Это приводит к снижению в структуре биомассы доли корневой системы на 15-17%, увеличению доли листьев на 10-17% и стеблей на 5%.

Лист является основным органом транспирации и фотосинтеза, местом образования первичных органических веществ. Высокие показатели биомассы, которые сочетаются с большим размером фотосинтетического аппарата, способным продуцировать необходимое количество ассимилянтов, являются обязательным условием формирования высокой продуктивности.

Стебли выполняют различные функции. Они связывают корни и листья для передвижения воды и минеральных солей из почвы, для оттока органических веществ из мест синтеза в места их накопления. Увеличение биомассы в стеблях пустырника пятилопастного было несколько меньшим, чем в листьях, хотя накопление органического вещества также протекало вплоть до цветения и уборки растений.

2.2.3 Формирование ассимиляционной поверхности

Формирование ассимиляционной поверхности растений пустырника растянуто во времени. На начальных этапах роста и развития (июнь) листовая пластинка этого растения слаборазвитая, тонкая. Индекс листовой поверхности составил минимальные показатели, всего 11-20% от максимального значения за вегетацию (табл. 7). К июлю площадь листьев выросла и составила 42-75%, а в августе достигла максимальных размеров.

Важнейшим фактором образования оптимальной площади листьев растений являются элементы минерального питания, которые непосредственно участвуют в биосинтезе органического вещества, идущего на формирование листовой поверхности. В результате исследований установлено, что при использовании только минеральных удобрений ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) площадь ассимиляционной поверхности пустырника пятилопастного увеличилась в среднем за вегетацию в 1,4-1,9 раз. Прирост ИЛП расте-

ний от использования максимальной дозы удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$) составил в июне 0,2, в июле – 0,9, в августе – 2,5 единицы.

Таблица 7 – Индекс листовой поверхности растений пустырника пятилопастного в период вегетации, (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь	Июль	Август	Средний за вегетацию
Контроль	0,4	1,5	2,0	1,3
$N_{30}P_{20}K_{30}$	0,4	1,8	3,2	1,8
$N_{60}P_{40}K_{60}$	0,5	2,4	4,5	2,5
$N_{90}P_{60}K_{90}$	0,6	2,4	4,5	2,5
Навоз – 80 т/га (фон)	0,6	2,1	5,0	2,6
Фон + $N_{30}P_{20}K_{30}$	0,6	2,6	5,1	2,8
Фон + $N_{60}P_{40}K_{60}$	0,7	2,7	5,2	2,9
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,7	2,7	5,6	3,0
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +эпин	0,7	3,8	6,0	3,5
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +гидрогумат	0,7	3,8	5,6	3,4

Опыты доказывают то, что на посевах сельскохозяйственных культур навоз оказывает действие в течение ряда лет как в первый, так и последующие 2-3 года после внесения [4]. Для пустырника пятилопастного, как многолетней культуры, это является важным условием применения данных удобрений. Вносимые органические удобрения (80 т/га навоза) в среднем за вегетацию в первый год увеличивали ИЛП в 2,0 раза. Прирост индекса листовой поверхности от действия навоза составил в июне, в июле и в августе 0,2 0,6 и 3,0 единицы. Прослеживается положительное влияние навоза на формирование ассимиляционной поверхности растений вплоть до уборки культуры.

В современном сельскохозяйственном производстве применение удобрений рассматривается как составная часть всего процесса выращивания лекарственных растений. В результате исследований установлено, что совместное использование средств химизации (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ + стимуляторы роста) увеличивало ИЛП в 2,2-2,7 раза. Наибольший прирост от применения данных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$) достиг 0,3, 1,2 и 3,6 единицы в июне, июле и августе соответственно.

Установлен положительный эффект от дополнительного применения стимуляторов роста растений. Использование эпина

и гидрогумата в среднем за вегетацию увеличивало ИЛП в 1,16 и 1,13 раза в сравнении с фоновым вариантом.

2.2.4 Фотосинтетический потенциал

Продуктивность посевов определяется, наряду с интенсивностью фотосинтеза и индексом листовой поверхности, длительностью функционирования фотосинтетического аппарата, характеризующейся показателем – фотосинтетический потенциал (ФП) посева. Фотосинтетический потенциал – это число «рабочих дней» листовой поверхности посева, рассчитываемое как произведение полусуммы площадей листьев за два последующих определения на длительность периода между этими определениями в днях.

Этот показатель тесно коррелирует как с биологической, так и с хозяйственной продуктивностью растений. Оптимальным считается тот потенциал, который с максимальной эффективностью использует условия, складывающиеся в посеве, или создаваемые человеком, с целью повышения продуктивности. Наилучшим можно считать фотосинтетический аппарат, способный быстро достигать оптимальных размеров и сохранять их в течение длительного периода времени, синхронизируя свою работу с генетически контролируемой программой онтогенеза [16, 186].

Фотосинтетический потенциал растений пустырника пятилопастного увеличивался в течение всей вегетации. На его размеры оказали значительное влияние условия возделывания (табл. 8).

Использование минеральных удобрений в возрастающий дозах $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ повышало средний за вегетацию ФП на 17-68%, навоз в дозе 80 т/га – на 57%, совместное применение навоза и НРК – на 86-101%, а с дополнительной обработкой стимуляторами роста – на 131-137%. Таким образом, продолжительность функционирования и размер ассимиляционной поверхности растений пустырника пятилопастного определяется системой применения удобрений.

Вносимые питательные элементы активно используются на образование органического вещества, идущего на формирование листового аппарата.

Таблица 8 – Фотосинтетический потенциал пустырника пятилопастного, тыс. м² сутки/га (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь-июль	Июль-август	Средний за вегетацию
Контроль	233,9	401,0	317,5
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	284,9	459,6	372,3
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	342,3	646,7	494,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	351,5	716,7	534,1
Навоз – 80 т/га (фон)	320,8	672,9	496,9
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	401,3	777,8	589,6
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	413,1	824,1	618,6
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	425,3	853,6	639,5
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	536,4	970,1	753,3
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	534,3	932,6	733,5

Кроме того, образующиеся ассимиляты идут на создание покровных тканей, воскового налета, кутикулы и т.п., – структур, которые выполняют защитную функцию, тем самым повышают устойчивость листьев к действию неблагоприятных факторов внешней среды. В конечном итоге это приводит к более продолжительному функционированию листового аппарата. Максимальный фотосинтетический потенциал формируется на вариантах с наибольшей обеспеченностью питательными элементами и веществами, стимулирующими ростовые процессы. В среднем за вегетацию он превышает ФП контрольного варианта (без удобрений) в 2,3-2,4 раза.

2.2.5 Содержание хлорофилла в листьях и стеблях пустырника

Роль зеленых пигментов в образовании органических веществ в сельскохозяйственных растениях, в том числе и лекарственных культурах, обуславливается их участием в световых реакциях фотосинтеза в системах ФС-1 и ФС-2, которые обеспечивают образование макроэргических соединений АТФ из АДФ и восстановленных ферментов НАДН⁺+Н⁺, НАДФН+Н⁺ в процессе фотосинтетического фосфорилирования. В дальнейшем эти вещества используются при темновых реакциях фотосинтеза в матриксе хлоропластов, участвуют в реакциях активации и восстановле-

ния фосфоглицериновой кислоты в ЦК. Таким образом энергия кванта света, поглощенная молекулой хлорофилла, в конечном итоге превращается в энергию органических веществ.

Содержание хлорофилла в листьях растений пустырника по всем вариантам опыта возрастало в течение вегетации до августа, что связано с биологическими особенностями данного растения. Наибольшее количество этого пигмента образуется в начале вегетации до конца июня, когда в клетках растений активно происходит биосинтез хлорофилла. В середине и конце вегетации образование этого пигмента происходит замедленными темпами (табл. 9).

Средства химизации позволили значительно изменить концентрацию хлорофилла в листьях пустырника на отдельных этапах роста и развития этой культуры. Так, внесение $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ повышало содержание хлорофилла в июне на 27-61, в июле – на 11-55 и в августе – на 10-28%, использование навоза – соответственно на 41, 13, 12%, совместное применение НРК и органических удобрений – на 43-67, 35-47, 29-37%. Однако самым эффективным приемом было комплексное применение средств химизации (совместно со стимуляторами роста эпином и гидрогуматом). Прирост содержания хлорофилла составил от 47 до 79%.

Стебель растения выполняет различные функции. И в первую очередь, он связывает листья и корни, по нему передвигаются вода с растворенными минеральными веществами, органические вещества, образующиеся в процессе фотосинтеза. Так же как и во всех зеленых частях растений, в стебле протекают фотосинтетические процессы, однако их интенсивность гораздо ниже, так как содержание хлорофилла в этой части растений в 2,0-2,5 раз меньше, чем в листьях.

В результате исследований установлено, что содержание хлорофилла в стеблях пустырника накапливалось неравномерно в течение всего периода вегетации. В среднем по вариантам опыта содержание этого пигментов составило 1,62, 1,42, и 1,51% в июне, июле и августе. Роль стеблей в развитии процесса фотосинтеза была меньшей, чем листьев. Она более значима на начальных этапах роста растений, когда стебель еще полностью не специализировался на своей основной функции и имел относительно высокую концентрацию хлорофилла.

Таблица 9 – Накопление хлорофилла в листьях и стеблях пустырника пятилопастного в период вегетации, % на сухую массу (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь		Июль		Август	
	лист	стебель	лист	стебель	лист	стебель
Контроль	2,17	1,21	2,64	1,04	2,92	0,89
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	2,76	1,39	2,92	1,47	3,22	1,25
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	3,33	1,75	3,39	1,48	3,42	1,31
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,49	1,86	4,10	1,64	3,74	1,55
Навоз – 80 т/га (фон)	3,07	1,55	2,99	1,89	3,28	1,23
Фон +N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	3,11	1,64	3,56	1,37	3,76	1,68
Фон +N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	3,53	1,35	3,71	1,44	3,90	1,55
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,63	1,66	3,89	1,47	4,01	1,72
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	3,88	1,51	4,27	1,08	4,49	1,94
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	3,84	2,32	4,08	1,32	4,30	1,99

Средства химизации, изучаемые в вариантах опыта, оказали значительное влияние на изменение содержания хлорофилла в стеблях пустыrnика в период вегетации этой культуры. Минеральные удобрения ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) повышали содержание этого пигмента на 15-54, 41-58 и 40-74% в июне, в июле и августе. Применение навоза увеличивало изучаемый показатель на 28, 82 и 38% соответственно. Совместное применение NPK и органических удобрений повышало содержание хлорофилла на 36-37, 32-41 и 74-93%, а с дополнительной обработкой стимуляторами роста – на 24-92, 4-28, 121-124%.

Положительная роль элементов минерального питания в образовании молекул хлорофилла обуславливается их прямым участием в синтетических реакциях в клетках растений.

Они непосредственно входит в состав этого пигмента, мембран хлоропластов, определяют активность ферментативных систем растений, формируют запас макроэргических соединений. Элементы минерального питания необходимы для образования фотосинтетически активных систем, они придают устойчивость белково-пигментным комплексам, выполняют и другие важнейшие функции при образовании молекул хлорофилла.

2.2.6 Хлорофилловый индекс

В исследованиях установлено, что увеличение хлорофиллового индекса растений пустыrnика пятилопастного происходило в течение всего периода вегетации растений вплоть до уборки (табл.10). Причем, больший вклад в формирование этого показателя обеспечивал прирост органического вещества растений, и меньший – повышение содержания хлорофилла.

Основной прирост ХИ происходит в середине вегетации. Так, если в начале вегетации в июне он составлял всего 4-6% от максимального значения за вегетацию, то в июле, в период интенсивного роста надземной массы, – 40-73%.

Существенное влияние на изменение ХИ растений пустыrnика пятилопастного оказали использованные средства химизации. Действие минеральных удобрений ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) было достаточно эффективным. Изучаемый показатель в среднем за вегетацию вырос в 1,5-2,6 раза. Максимальный прирост ХИ на-

блюдался в варианте $N_{90}P_{60}K_{90}$. Увеличение показателя в этом случае составило в июне 3,7, в июле 26,5 и в августе 69,8 кг/га.

Таблица 10 – Изменение хлорофиллового индекса растений пустырника пятилопастного, кг/га (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь	Июль	Август	Средний за вегетацию
Контроль	1,8	25,7	36,7	21,4
$N_{30}P_{20}K_{30}$	3,0	38,4	52,6	31,3
$N_{60}P_{40}K_{60}$	4,1	45,4	81,4	43,6
$N_{90}P_{60}K_{90}$	5,5	52,2	106,5	54,7
Навоз - 80 т/га (фон)	4,8	35,4	89,4	43,2
Фон+ $N_{30}P_{20}K_{30}$	6,3	54,3	103,2	54,6
Фон+ $N_{60}P_{40}K_{60}$	5,4	61,6	123,4	63,8
Фон+ $N_{90}P_{60}K_{90}$	7,0	58,6	124,6	63,2
Фон+ $N_{90}P_{60}K_{90}$ +эпин	6,5	71,0	141,2	72,9
Фон+ $N_{90}P_{60}K_{90}$ +гидрогумат	6,0	78,5	154,9	79,8

Органические удобрения (навоз 80 т/га) увеличили хлорофилловый индекс в среднем за вегетацию в 2,0 раза. В июне, июле и августе изучаемый показатель вырос на 3,0, 9,7 и 52,7 кг/га, в сравнении с контрольным вариантом. Совместное использование органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) было более эффективным, чем их раздельное применение. В среднем за вегетацию хлорофилловый индекс вырос в 2,6-3,0 раза. Увеличение показателя по сравнению с контролем достигло 4,5-5,2, 28,6-35,9 и 66,5-87,9 кг/га в июне, июле и августе.

Применение стимуляторов роста эпина и гидрогумата также оказало влияние на изменение хлорофиллового индекса и обеспечило рост показателя в среднем за вегетацию в 1,1 и 1,3 раза в сравнении с фоновым вариантом (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$).

2.2.7 Содержание каротиноидов

Наряду с хлорофиллами в хлоропластах содержатся пигменты, относящиеся к группе каротиноидов. Это желтые и оранжевые комплексы алифатического строения, производные

изопрена. Каротины представляют собой углеводороды с формулой $C_{40}H_{56}$ (оранжевый пигмент). В хлоропластах высших растений содержатся α - и β - каротины. Каротиноиды содержащие кислород, получили название ксантофиллы (желтый пигмент $C_{40}H_{56}O_2$). Данные вещества обнаружены во всех высших растениях. Они являются достаточно распространенными в растительном мире и выполняют разнообразные функции. Подобно хлорофиллу, каротиноиды в хлоропластах находятся в виде нерастворимых в воде комплексов с белками и являются обязательными компонентами пигментных систем (ФС-1 и ФС-2). Они играют роль дополнительных пигментов, которые передают энергию поглощенных квантов хлорофиллу для фотохимической работы. Особенно возрастает их значение как светоулавливающих систем в сине-фиолетовой, синей частях спектра и затененных местах, в условиях рассеянной радиации [186, 216].

Имеются данные, что каротиноиды выполняют защитную функцию, предохраняя различные органические вещества, в первую очередь молекулы хлорофилла, от разрушения на свету в процессе фотоокисления. В верхушках побегов растений каротиноиды обеспечивают направление света и их ориентацию к световому потоку за счет фототропизма.

Ряд исследователей указывают на то, что эти пигменты играют определенную роль в половом процессе у растений. Известно, что в период цветения у высших растений растет их количество в пыльниках, а также лепестках цветков [203].

Образование желтых и оранжевых пигментов зависит от органа растений, уровня обеспеченности элементами минерального питания и особенностей роста и развития растений в онтогенезе (табл. 11). Количество каротиноидов в листьях пустырника превышало его содержание в стеблях по всем фенологическим фазам. В июне на 8, в июле на 20 и в августе на 13%.

Максимальное содержание каротиноидов в растениях пустырника в среднем по всем вариантам опыта как в листьях, так и в стеблях отмечалось в начале вегетации (июнь). В дальнейшем его количество снижалось. В июле соответственно на 10 и 22%, в августе на 9 и 13%.

Таблица 11 – Накопление каротиноидов в листьях и стеблях пустырника пятилопастного в период вегетации, % на сухую массу (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь		Июль		Август	
	лист	стебель	лист	стебель	лист	стебель
Контроль	0,62	0,56	0,60	0,53	0,58	0,55
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,74	0,72	0,63	0,54	0,63	0,62
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,82	0,78	0,67	0,54	0,69	0,58
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,88	0,81	0,73	0,64	0,74	0,67
Навоз – 80 т/га (фон)	0,61	0,55	0,68	0,55	0,69	0,61
Фон +N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,73	0,65	0,70	0,58	0,71	0,57
Фон +N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,80	0,71	0,73	0,57	0,74	0,65
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,85	0,77	0,77	0,62	0,79	0,72
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	0,89	0,81	0,79	0,68	0,80	0,74
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	0,87	0,79	0,79	0,69	0,81	0,68

Улучшение условий минерального питания приводило к накоплению каротиноидов в растениях. Внесение N₃₀₋₉₀P₂₀₋₆₀K₃₀₋₉₀ повышало содержание этих пигментов в течение вегетации на 0,03-0,26 п.п. в листьях и на 0,01-0,25 п.п. в стеблях, навоза в дозе 80 т/га – соответственно на 0,08-0,11 и 0,02-0,06 п.п. Совместное применение навоза и NPK увеличивало количество каротиноидов на 0,10-0,23 в листьях и на 0,02-0,21 п.п. в стеблях. Но самым эффективным был последний вариант с дополнительной обработкой растений стимуляторами роста. Прибавка составила соответственно 0,12-0,27 и 0,13-0,25 п.п.

2.2.8 Активность фермента каталазы

Одним из важнейших показателей уровня обмена веществ в растениях является их ферментативная активность. В отношении растительного лекарственного сырья важную роль играют ферменты, осуществляющие окислительно-восстановительные реакции, которые относятся к классу оксидоредуктаз. Типичным представителем этого класса является фермент каталаза, который реализует процесс расщепления перекиси водорода на воду

и молекулярный кислород. Это двухкомпонентный фермент, состоящий из белка и соединенной с ним простетической группы, содержащей гематин [20, 190]. В ходе разнообразных изменений в клетках растений образующиеся активные формы кислорода могут приводить к накоплению свободных радикалов и ускорению окислительного стресса. Молекулы перекиси водорода (H_2O_2) способны реагировать с липидами, белками и ДНК, повреждая структуру мембран и макромолекул. Это является одним из проявлений неблагоприятных биотических и абиотических воздействий на растительный организм. Данные соединения весьма опасны с точки зрения их негативного воздействия на весь ход обмена веществ [20, 110, 129, 276].

Активность фермента в растениях непостоянна и зависит от факторов внешней среды, в том числе и условий минерального питания.

В наших исследованиях (табл. 12), установлено, что максимальная активность фермента в листьях пустырника наблюдалась в июне, на начальных этапах роста и развития.

Таблица 12 – Активность каталазы в листьях пустырника пятилопастного, мл O_2 на 1 грамм в минуту (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь	Июль	Август	Средняя за вегетацию
1. Контроль	0,432	0,217	0,220	0,290
2. $N_{30}P_{20}K_{30}$	0,485	0,267	0,240	0,330
3. $N_{60}P_{40}K_{60}$	0,499	0,272	0,233	0,334
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,499	0,276	0,242	0,339
9. Навоз – 80 т/га (фон)	0,400	0,227	0,254	0,293
10. Фон + $N_{30}P_{20}K_{30}$	0,456	0,293	0,256	0,335
11. Фон + $N_{60}P_{40}K_{60}$	0,468	0,325	0,270	0,354
12. Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,508	0,365	0,281	0,384
13. Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +эпин	0,512	0,260	0,276	0,349
14. Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +гидрогумат	0,521	0,299	0,255	0,358

В среднем по вариантам она составила 0,478 мл O_2 на 1 грамм в минуту. В дальнейшем, при увеличении ростовых про-

цессов и накоплении биомассы, активность этого фермента снижалась. В июле и августе соответственно на 0,280 и 0,253 мл O_2 на 1 грамм в минуту, что на 41 и 47% меньше, чем в июне.

Важную роль в регуляции активности каталазы играли элементы минерального питания. Они использовались растениями пустырника пятилопастного для образования белковых веществ, которые являются основой ферментативных комплексов растительного организма.

Максимальное влияние на активность каталазы оказало совместное применение органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$). В среднем за вегетацию эти удобрения повышали показатель на 16-32%.

Одни минеральные удобрения ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) увеличивали активность каталазы в среднем за вегетацию на 14-17%. Доза $N_{90}P_{60}K_{90}$, оказала в данном случае наибольшее влияние. Повышение активности каталазы под действием NPK составило 15, 27 и 10% в июне, в июле и в августе.

Влияние одних органических удобрений (навоз 80 т/га) на изучаемый показатель было минимальным. В среднем за вегетацию увеличение активности каталазы составило всего 1%. Действие удобрений проявилось в июле и августе. Стимуляторы роста в данных исследованиях не оказали существенного влияния на увеличение активности этого фермента.

2.2.9 Математическая связь показателей продукционного процесса лекарственных растений с урожайностью культур

Изменение физиологических и биохимических параметров лекарственных растений в течение вегетации лежит в основе формирования их продуктивности. Интенсивность нарастания листовой поверхности, биосинтез пигментов фотосинтеза, темпы формирования фотосинтетического потенциала и другие определяют в конечном итоге величину урожайности лекарственных растений. Насколько реальна эта связь, позволяет установить корреляционный анализ [57, 65].

Определено (табл. 13), что урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной находится в очень тесной прямой связи с показателями продукционного процесса. Это общая биомас-

са, фотосинтетический потенциал, содержание хлорофилла в листьях, хлорофилловый индекс. Связь несколько меньшей силы имеется с индексом листовой поверхности и содержанием каротиноидов в листьях.

Таблица 13 – Корреляционная зависимость физиолого-биохимических показателей лекарственных растений в среднем за вегетацию с урожайностью культур

Показатель	Валериана лекарственная		Пустырник пятилопастный	
	Коэффициент корреляции	Ошибка	Коэффициент корреляции	Ошибка
Биомасса общая, ц/га	0,905	0,059	0,927	0,047
Индекс листовой поверхности	0,877	0,072	0,919	0,052
Фотосинтетический потенциал, тыс. м ² сутки/га	0,948	0,031	0,957	0,028
Хлорофилл, %				
в листьях	0,915	0,064	0,988	0,010
в стеблях	-	-	0,736	0,153
Хлорофилловый индекс, кг/га	0,918	0,093	0,929	0,045
Каротиноиды, %				
в листьях	0,810	0,093	0,929	0,045
в стеблях	-	-	0,828	0,105
Активность каталазы, мл О ₂ на грамм в минуту	-	-	0,740	0,151

Урожайность лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного также имеет очень тесную прямую связь с содержанием хлорофилла и каротиноидов в листьях этого растения, общей биомассой, фотосинтетическим потенциалом, индексом листовой поверхности, хлорофилловым индексом. Менее тесная связь отмечена с содержанием хлорофилла и каротиноидов в стеблях пустырника, с активностью каталазы в листьях.

Таким образом, обеспечение оптимальных физиолого-биохимических параметров лекарственных растений в течение вегетации в агроценозах путем совершенствования систем удобрений является необходимым условием формирования высокой урожайности этих культур. Кроме того, анализ показателей продукционного процесса в течение вегетации позволяет прогнозировать возможную урожайность лекарственных растений, оперативно разработать средства и способы воздействия на растительные организмы с целью повышения продуктивности и улучшения качества продукции.

3 ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ РАСТЕНИЯМИ В ОНТОГЕНЕЗЕ

3.1 Валериана лекарственная

Величина урожайности лекарственных растений и показатели качества получаемой продукции определяются интенсивностью потребления основных элементов минерального питания в течение вегетации растений. Скорость и направленность этого процесса зависят от биологических особенностей возделываемых культур и условий внешней среды, решающими факторами которой являются уровень минерального питания растений, температурные особенности, свойства почвы, условия увлажнения вегетационного периода и другие.

В растениях, в том числе и в лекарственных, минеральные элементы могут содержаться в ионной форме в виде минеральных солей преимущественно в клеточном соке вакуолей или в адсорбированном состоянии во многих структурных компонентах растительной клетки. Они воздействуют на коллоидные вещества, являются регуляторами жизненных процессов, протекающих в растениях, и, очевидно, в ряде случаев могут оказывать лечебный эффект. Кроме того, элементы минерального питания входят в состав органических веществ - конституционных и запасных, макроэргических соединений, фитогормонов, витаминов, веществ вторичного происхождения и фотосинтетических пигментов. При внесении удобрений дополнительное количество элементов минерального питания поступает в растения, тем самым, они увеличивают урожайность, то есть воздействуют на продукционный процесс непосредственно. С другой стороны, питательные элементы удобрений могут влиять на продукционный процесс опосредовано. Многие из них (особенно металлы) входят в состав простетических групп ферментов и являются их активаторами, определяя активность, лабильность, специфичность и другие свойства этих важнейших биохимических регуляторов. Таким образом, направленность обмена веществ в растениях, развитие продукционного процесса, образование органического вещества, устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды, а в конечном итоге величина урожайности и качество продукции, определяется активностью процесса посту-

пления всех минеральных питательных элементов в растительный организм.

Для установления закономерностей формирования высокой урожайности валерианы лекарственной в агроценозах необходим детальный анализ потребления основных питательных элементов в процессе роста и развития этой культуры по основным фенологическим фазам, а также следует установить возможности активизации этого процесса путем применения удобрений и стимуляторов роста растений.

3.1.1 Азот

Одним из важнейших элементов минерального питания является азот, который относится к группе органоенов. Количество его в растениях в среднем составляет 1,5% сухой массы растительного организма. Несмотря на невысокое содержание этого элемента, в растениях азот выполняет ряд важнейших функций. Он входит в состав белков, ДНК и РНК, определяя передачу наследственности и регуляцию обмена веществ в растениях. Этот элемент содержится в составе молекул хлорофилла в ФС-1 и ФС-2, следовательно принимает участие в синтезе органического вещества. Азот находится в составе ферментов и коферментов, которые во много раз ускоряют биохимические реакции. Этот элемент принимает активное участие в энергетическом обмене, так как содержится в макроэргических соединениях (АТФ, УТФ, ацетил КоА и др.). Азот выполняет конституционные функции, входит в состав белковых компонентов мембран. Он содержится в фитогормонах (гетероауксин, цитокинин). Азот входит в состав витаминов и веществ вторичного происхождения (алкалоиды, гликозиды и др.) [90, 216, 144].

Недостаток азота тормозит рост растений. Это выражается не только в их низкорослости и слабом развитии, но и в появлении признаков ксероморфизма. Снижается ветвление корней, уменьшается биомасса и площадь листьев, что сокращает период вегетативного роста, падает фотосинтетический потенциал.

Азотное голодание уменьшает водоудерживающую способность растительных тканей, количество коллоидно-связанной воды, что снижает возможность внеустыичного регулирования

транспирации. Недостаток азота приводит к нарушению энергетического обмена и увеличению затрат на поддержание структуры цитоплазмы. При нехватке этого элемента хуже используется световая энергия и, как следствие, падает интенсивность фотосинтеза. В результате дефицит азота уменьшает продуктивность растений [111, 144, 146].

В данной главе используется термин «среднее потребление по вариантам опыта». Это позволяет усреднить данные по отдельным вариантам опыта (изучаемого фактора), представляя общее развитие процесса во времени.

В наших исследованиях потребление азота валерианой лекарственной в течение вегетации в среднем по всем вариантам исследований происходило на протяжении всего периода роста и развития до периода уборки (октябрь). Данная культура потребляет большое количество этого элемента. Общее потребление азота к концу вегетации достигало 215,0-229,7 кг/га на вариантах с максимальными дозами органических (120 т/га) и минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$), а также с дополнительной обработкой растений валерианы стимулятором роста эпином и гидрогуматом (табл. 14).

Потребление азота растениями валерианы в течение вегетации происходило неравномерно. В среднем за 3 года в фазе 5-6 настоящих листьев общее потребление составляло 23, в фазу 10-12 настоящих листьев – 65, в фазу прикорневой розетки листьев – 96% (рис. 5). К периоду уборки общее потребление азота растениями увеличилось незначительно, всего лишь на 4%, несмотря на то, что в этот период наблюдалась потеря органического вещества, а, следовательно, и азота, за счет усыхания и опадения листьев.

Поглощение азота надземными и подземными частями растений валерианы по отдельным этапам роста и развития характеризовались неодинаковыми темпами. В фазу 5-6 настоящих листьев потребление азота ботвой превышало этот показатель корневищами и корнями растений в 1,7, в фазу 10-12 настоящих листьев – в 1,2, в фазу прикорневой розетки – в 1,5 и при уборке – в 1,3 раза. Одна из причин этого связана с тем, что азот, как элемент минерального питания, входя в состав хлорофилла, больше накапливается в частях растений (листья, стебли, побеги), которые участвуют в процессе фотосинтеза.

Таблица 14 – Влияние средств химизации на накопление азота растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев			Фаза 10-12 настоящих листьев			Фаза прикорневой розетки листьев			Уборка		
	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий
Контроль	8,6	15,0	23,6	28,1	37,0	65,1	33,1	54,0	87,1	27,0	39,3	66,3
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	9,7	16,7	26,4	33,5	45,1	78,6	41,8	65,2	107,0	37,0	48,2	85,2
Навоз 40 т/га – фон 1	10,6	18,6	29,2	33,7	43,9	77,6	41,8	60,4	102,2	35,3	42,0	77,3
Фон 1+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	11,1	20,0	31,1	39,4	49,0	88,4	51,6	72,5	124,1	49,5	64,9	114,4
Навоз 80 т/га – фон 2	12,6	21,1	33,7	42,5	51,4	93,9	53,1	76,5	129,6	53,2	85,4	138,6
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	13,2	22,4	35,6	48,2	54,7	102,9	66,1	89,3	155,4	82,1	99,1	181,2
Навоз 120 т/га – фон 3	13,1	21,6	34,7	48,8	55,1	103,9	63,1	88,0	151,1	61,1	91,5	152,6
Фон 3+ N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	14,7	23,8	38,5	53,7	59,9	113,6	72,6	106,9	179,5	82,5	111,6	194,1
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	16,1	25,6	41,7	56,8	63,9	120,7	75,9	109,3	185,2	96,7	119,4	216,1
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ эпин	17,5	27,1	44,6	57,3	69,0	126,3	78,5	115,6	194,1	102,1	127,6	229,7
Фон 3+ N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	16,5	26,4	42,9	55,0	68,8	123,8	74,8	113,0	187,8	91,4	123,6	215,0
Среднее по вариантам	13,1	21,7	34,8	45,2	54,3	99,5	59,3	86,4	145,7	65,3	86,6	151,9

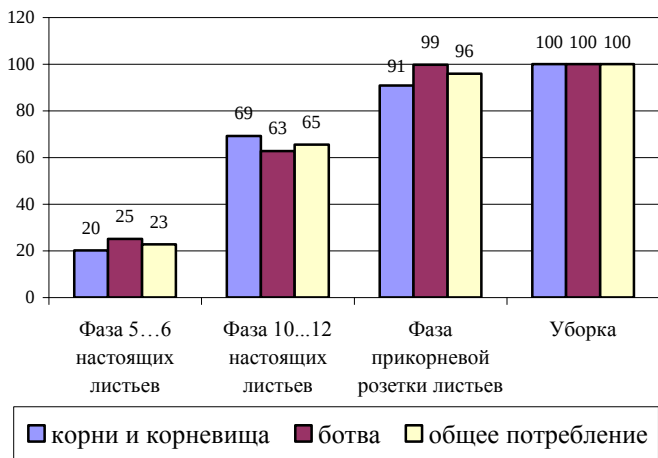


Рисунок 5 – Потребление азота растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, % от максимального (среднее за 2000-2002 гг.)

Вносимые органические и минеральные удобрения, а также стимуляторы роста, оказали существенное влияние на накопление азота растениями валерианы лекарственной. Применение полного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{40}K_{80}$ на безнавозном фоне, а также совместно с навозом в дозах 40, 80 и 120 т/га, позволило увеличить общее потребление азота, которое в фазу 5-6 настоящих листьев превышало контрольный вариант на 12-63, в фазу 10-12 настоящих листьев на 20-74, в фазу прикорневой розетки на 23-106, при уборке на 28-192%.

Применение одних органических удобрений в этом отношении было менее эффективным. Прибавки от 40, 80 и 120 т/га навоза составили в фазу 5-6 настоящих листьев 24-47, в фазу 10-12 настоящих листьев 19-60, в фазу прикорневой розетки 17-73 и при уборке 17-130% (табл. 14).

Наиболее эффективным было совместное применение органических (120 т/га), минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$) с дополнительной обработкой растений валерианы стимуляторами роста (эпин, гидрогумат). Эти варианты обеспечивали увеличение потребления азота растениями в фазу 5-6 настоящих листьев на 82-89, в фазу 10-12 настоящих листьев на 90-94, в фазу при-

корневой розетки листьев – на 115-122 и при уборке на 224-246% соответственно.

3.1.2 Фосфор

Среднее содержание фосфора в растениях составляет 0,2-1,2% сухой массы. Из органических соединений этого элемента наиболее важную роль в растениях играют нуклеиновые кислоты. Они участвуют в самых важных процессах жизнедеятельности организмов – синтезе белка, росте, размножении, передаче наследственных свойств. Фосфор содержится в ДНК, РНК, ФАД, НАДН⁺+Н⁺, НАДФН⁺+Н⁺. Он входит в состав фосфолипидов, которые образуют белково-липидные клеточные мембраны, и регулирует их проницаемость для различных веществ. Значительное количество этого элемента в растениях находится в фитине – запасном веществе. Фосфор входит в состав макроэргических соединений (АТФ, УТФ, сахарофосфаты), определяя образование, накопление и использование энергии в растительном организме. Этот элемент содержится во многих витаминах. Повышая прочность механических и покровных тканей, фосфор усиливает устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды и воздействию патогенных микроорганизмов [4, 111, 186].

В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой почве, установлено, что потребление фосфора в течение вегетации валерианы лекарственной в среднем по всем вариантам исследований, в отличие от азота, происходило только до фазы прикорневой розетки листьев (сентябрь) (табл. 15).

Максимальное потребление фосфора к концу вегетации в среднем за 3 года составило 112,1 кг/га на варианте с наибольшей дозой органических (120 т/га), минеральных удобрений (N₁₃₅P₆₀K₁₂₀) и с дополнительной обработкой рассады валерианы стимулятором роста эпином. На начальных этапах потребление фосфора проходило более медленными темпами, чем азота. В середине и в конце вегетации активность потребления фосфора возрастала. Общее потребление этого элемента в фазу 5-6 настоящих листьев составило 18, в фазу 10-12 настоящих листьев – 66, в фазу прикорневой розетки листьев – 100% от максимального потребления (рис. 6).

Таблица 15 – Влияние средств химизации на накопление фосфора растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев			Фаза 10-12 настоящих листьев			Фаза прикорневой розетки листьев			Уборка		
	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий
Контроль	2,9	7,0	9,9	12,4	23,5	35,9	17,4	33,6	51,0	12,7	21,2	33,9
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	3,2	8,0	11,2	16,3	28,6	44,9	22,2	41,3	63,5	17,0	26,7	43,7
Навоз 40 т/га – фон 1	3,4	8,6	12,0	15,2	27,7	42,9	20,4	39,0	59,4	21,2	28,1	49,3
Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	3,9	9,5	13,4	19,4	30,4	49,8	27,0	45,8	72,8	24,6	37,5	62,1
Навоз 80 т/га – фон 2	4,2	10,2	14,4	20,0	32,4	52,4	27,9	46,7	74,6	29,4	52,3	81,7
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	4,4	10,4	14,8	22,3	34,4	56,7	34,7	54,0	88,7	42,0	52,3	94,3
Навоз 120 т/га – фон 3	4,4	10,0	14,4	21,8	35,2	57,0	34,1	50,9	85,0	34,4	54,9	89,3
Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	4,9	11,6	16,5	25,3	38,7	64,0	38,8	62,3	101,1	41,0	62,7	103,7
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	5,5	12,0	17,5	25,2	40,7	65,9	38,4	63,7	102,1	45,4	66,2	111,6
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ эпин	5,7	12,6	18,3	27,8	44,2	72,0	45,9	68,2	114,1	46,5	65,6	112,1
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	5,6	12,5	18,1	25,4	43,0	68,4	38,9	66,1	105,0	44,5	66,5	111,0
Среднее по вариантам	4,4	10,2	14,6	21,0	34,4	55,4	31,4	52,0	83,4	32,6	48,5	81,1

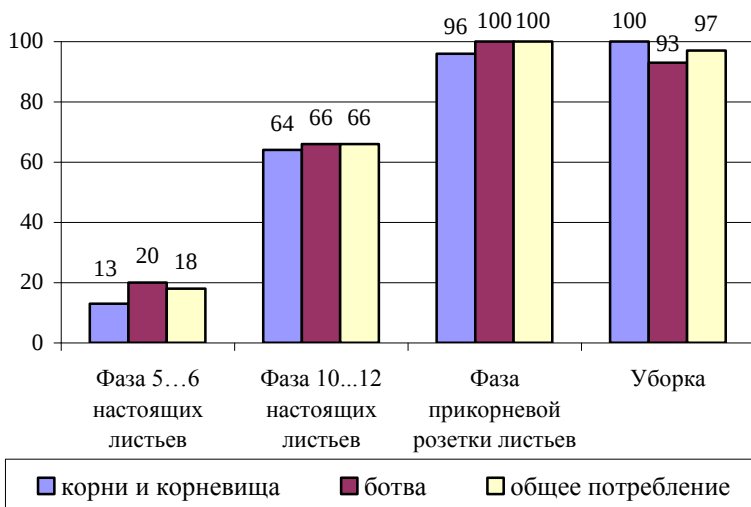


Рисунок 6 – Потребление фосфора растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, % от максимального (среднее за 2000-2002 гг.)

К периоду уборки общее потребление фосфора растениями даже уменьшилось на 3%, преимущественно за счет ботвы. Таким образом, максимальное общее (корни, корневища и ботва) потребление фосфора растениями валерианы лекарственной наблюдалось в период окончания ростовых процессов надземной части.

Применяемые в опыте удобрения и стимуляторы роста позволили в значительной степени повысить потребление фосфора вегетирующими растениями валерианы лекарственной. Наиболее эффективным в этом плане было совместное внесение навоза (120 т/га), минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$) и стимуляторов роста (эпин, гидрогумат). Эти варианты обеспечили увеличение потребления фосфора по сравнению с контролем в фазу 5-6 настоящих листьев на 83-85, в фазу 10-12 настоящих листьев – на 90-100, в фазу прикорневой розетки – на 105-124, при уборке – 227-254%. Использование только удобрений (навоза и NPK) без стимуляторов было менее эффективным. Прибавки потребления фосфора по отдельным фазам роста и развития составили 13-67, 25-78, 24-98 и 29-205% соответственно, а применение только навоза было самым низкоэффективным. Увеличение потре-

ния фосфора было всего 21-45, 19-59, 16-67 и 19-131% соответственно. Вносимые удобрения, при положительном влиянии на общее потребление фосфора растениями валерианы лекарственной, по-разному действовали на накопление этого элемента в ботве, корнях и корневищах.

В фазу 5-6 настоящих листьев минеральные удобрения ($N_{90}P_{40}K_{60}$), одни и совместно с 40, 80 и 120 т/га навоза, увеличивали потребление фосфора в корнях и корневищах на 10-69, в то время как в ботве на 14-66%. В фазу 10-12 настоящих листьев – на 31-104 и на 22-65%; в фазу прикорневой розетки – на 28-123, и на 23-85%; при уборке на 34-230 и на 26-195% соответственно. Таким образом, удобрения в большей степени влияли на увеличение потребления фосфора в подземных органах, чем в вегетативной надземной части растений.

3.1.3 Калий

Несмотря на то, что содержание калия в среднем составляет около 1%, физиологические функции этого элемента в растениях весьма разнообразны. Он положительно действует на физическое состояние коллоидов цитоплазмы, повышает их оводненность, снижает набухаемость и вязкость, что имеет большое значение для процессов обмена веществ в клетках, а также для повышения устойчивости растений к засухе. Калий положительно влияет на интенсивность фотосинтеза, повышает активность окислительных процессов и образование органических кислот в растениях, участвует в углеводном и азотном обмене [4, 35, 134]. Калий регулирует работу устьичного аппарата, что имеет особое значение в воздушном питании растений. Этот элемент усиливает отток сахаров из листьев в другие органы, повышает активность ферментов, участвующих в углеводном обмене. Под влиянием калия растения становятся морозоустойчивее, что связано с повышением содержания сахаров и увеличением осмотического давления в клетках. В отличие от азота и фосфора, калий не входит в состав органических соединений, а находится в растительных клетках в ионной форме [216, 146]. Калия значительно больше в молодых жизнедеятельных частях и органах растения. Он легко реутилизируется и многократно используется в растениях.

Этот элемент повышает активность протеолитических ферментов, активирует их гидролитическую и синтетическую деятельность. Он регулирует работу более 20 ферментов, участвующих в реакциях синтеза и гидролиза АТФ. У растений, обеспеченных этим элементом интенсивно протекает фотосинтез. При дефиците калия снижается функционирование камбия, нарушаются процессы деления и растяжения клеток, развития сосудистых тканей, уменьшается толщина клеточной стенки эпидермиса, снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды [135, 186].

В наших исследованиях общее потребление калия (в среднем по всем вариантам опыта) в течение вегетации валерианы лекарственной происходило на протяжении всего периода роста и развития вплоть до уборки (табл. 16). Общее потребление калия в среднем за 3 года к концу вегетации составляло от 280,8 до 295,6 кг/га на вариантах с максимальными дозами органических и минеральных удобрений, а также с дополнительной обработкой рассады валерианы стимулятором роста эпином и гидрогуматом.

Потребление калия растениями валерианы в течение вегетации осуществлялось неравномерно. В фазу 5-6 настоящих листьев общее потребление этого элемента в июле месяце составило всего 20%. Значительное количество калия поступало в растения валерианы лекарственной в период от фазы 5-6 настоящих листьев до фазы 10-12 настоящих листьев. Прирост составил 45% от общего потребления. На этапе 10-12 настоящих листьев – фаза прикорневой розетки накопление калия проходило также достаточно эффективно и составило 30%. К периоду уборки темпы поглощения этого элемента снизились и составили всего 5% (рис. 7).

Таблица 16 – Влияние средств химизации на накопление калия растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев				Фаза 10-12 настоящих листьев				Фаза прикорневой розетки листьев				Уборка		
	корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий
Контроль	9,6	17,5	27,1		36,1	48,3	84,4		40,3	67,2	107,5		30,2	52,6	82,8
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	10,9	19,9	30,8		43,3	57,6	100,9		53,9	80,7	134,6		44,2	63,4	107,6
Навоз 40 т/га – фон 1	11,3	21,7	33,0		46,1	55,5	101,6		52,3	75,3	127,6		42,2	65,1	107,3
Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	12,7	23,5	36,2		56,3	62,9	119,2		66,2	91,1	157,3		60,0	88,3	148,3
Навоз 80 т/га – фон 2	14,6	25,0	39,6		55,5	63,0	118,5		74,6	90,7	165,3		76,2	107,5	183,7
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	15,3	26,1	41,4		65,4	69,3	134,7		93,2	110,1	203,3		102,4	129,5	231,9
Навоз 120 т/га – фон 3	15,1	25,3	40,4		68,5	69,6	138,1		88,1	108,2	196,3		91,8	131,9	223,7
Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	16,9	28,2	45,1		75,6	73,7	149,3		107,2	132,8	240,0		104,4	150,7	255,1
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	18,5	29,6	48,1		79,1	83,1	162,2		107,6	133,2	240,8		121,7	160,0	281,7
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ эпин	19,3	31,9	51,2		80,5	87,6	168,1		124,2	138,8	263,0		129,3	166,3	295,6
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	18,8	30,9	49,7		76,2	86,6	162,8		108,1	136,4	244,5		117,3	163,5	280,8
Среднее по вариантам	14,8	25,4	40,2		62,1	68,8	130,9		83,2	105,9	189,1		83,6	116,3	199,9

Потребление калия надземными и подземными частями растений валерианы лекарственной по отдельным этапам роста и развития характеризовалось неодинаковыми темпами. В фазу 5-6 настоящих листьев потребление калия ботвой превышало этот показатель корнями и корневищами в 1,7 раза, в фазу 10-12 настоящих листьев – в 1,1 раза, в фазу прикорневой розетки листьев – в 1,3 раза и при уборке – в 1,4 раза. Анализ структуры потребления калия различными частями растения (корни, корневища, ботва) показал, что основное количество этого элемента сосредоточено в ботве по всем фазам роста и развития. Темпы потребления калия различными частями растений валерианы лекарственной в начале вегетации были более значительными для корней и корневищ, в середине и в конце вегетации – для ботвы.

Вносимые органические, минеральные удобрения и стимуляторы роста оказали существенное влияние на накопление калия растениями валерианы. Применение полного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{40}K_{60}$ на безнавозном фоне, а также совместно с навозом 40, 80 и 120 т/га позволило резко увеличить общее потребление этого элемента.

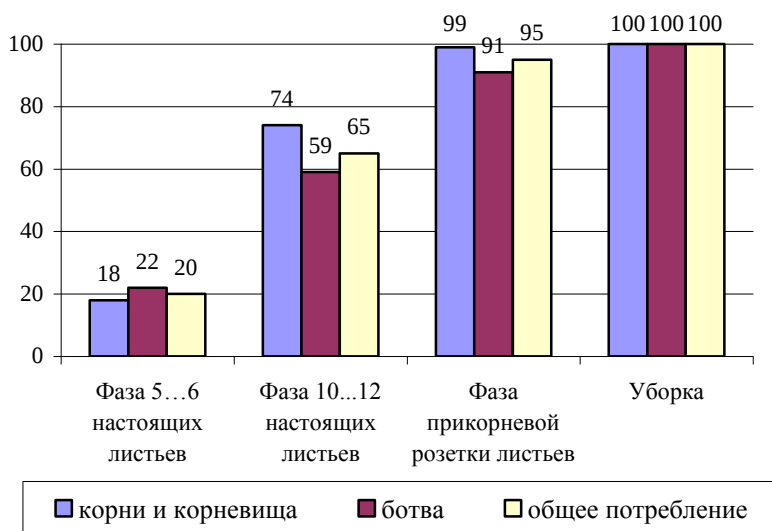


Рисунок 7 – Потребление калия растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, % от максимального (среднее за 2000-2002 гг.)

Прибавка в фазу 5-6 настоящих листьев составила 14-66, в фазу 10-12 настоящих листьев – 20-77, в фазу прикорневой розетки листьев – 25-123 и при уборке – 30-208%.

Применение одних органических удобрений является менее эффективным приемом. Увеличения потребления от 40, 80 и 120 т/га навоза составили в первую фазу 22-49, во вторую – 20-64, в третью – 19-83 и при уборке – 30-170%.

Самым эффективным было совместное применение органических (120 т/га навоза), минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$) и дополнительная обработка растений стимуляторами роста (эпин, гидрогумат). Эти варианты обеспечивали увеличение, по сравнению с контролем, потребление калия растениями валерианы лекарственной в фазу 5-6 настоящих листьев на 83-89, в фазу 10-12 настоящих листьев – на 93-99, в фазу прикорневой розетки листьев – на 127-145 и при уборке – на 239-257%.

3.1.4 Кальций

Важнейшим элементом минерального питания растений является кальций. Он поступает в растения из почвы в виде иона Ca^{2+} пассивно, без затрат энергии. Кальций накапливается в старых органах и тканях. Он, в отличие от азота, фосфора, калия, не может повторно использоваться, поэтому признаки кальциевого голодания проявляются, прежде всего, на молодых листьях. При снижении физиологической активности клеток кальций из цитоплазмы перемещается в вакуоль и откладывается в виде нерастворимых соединений щавелевой, лимонной и других кислот. Это значительно снижает подвижность кальция в растениях. В клетках большое количество кальция связано с пектиновыми веществами клеточной стенки и срединной пластинки. Эти соединения имеют название «растительный цемент». Поэтому при недостатке кальция происходит мацерация тканей и ослизнение корней. Этот элемент влияет на водный режим клеток, обезвоживая цитоплазму и повышая ее вязкость. Он активизирует ряд ферментов, например, дегидрогеназу, амилазу, фосфотазу и другие. Важная роль принадлежит ионам кальция в стабилизации структуры мембран, регуляции ионных потоков [31, 90].

Кальций входит в состав растений в количестве около 0,2%. В старых листьях его содержание доходит до 1%. Этот элемент

представлен в составе сигнальных систем, являясь посредником для реакций растений на внешние и гормональные сигналы. Наряду с протоном водорода, кальций принимает активное участие в первичных механизмах поступления ионов в клетки корня, способствуя устранению токсичности избыточных концентраций аммония, алюминия, марганца, железа. Изучаемый элемент повышает устойчивость к засолению, снижает кислотность почвы. Кроме того, он реагирует с различными органическими кислотами, образуя соли, являясь, таким образом, регулятором pH клеточного сока. При недостатке кальция страдают меристематические ткани и корневая система: возникают многоядерные клетки, прекращается образование боковых корней и корневых волосков, что непосредственно влияет на урожайность растений [148].

В исследованиях, проведенных в течение трех лет на дерново-подзолистой почве, установлено, что общее потребление кальция растениями валерианы лекарственной достигало максимальных величин к концу вегетации (164,1-172,5 кг/га) на вариантах с наибольшими дозами удобрений и с дополнительной обработкой растений стимуляторами роста (табл. 17).

Накопление кальция растениями валерианы лекарственной, в отличие от азота и калия, происходило до фазы прикорневой розетки листьев (сентябрь). К уборке в октябре количество кальция практически не изменялось. Наиболее активно этот элемент поступал в растения в период 5-6 настоящих листьев – 10-12 настоящих листьев. Прирост составил 47% от общего потребления (рис. 8). В дальнейшем к фазе прикорневой розетки темпы потребления кальция оставались достаточно высокими – 37% от общего накопления.

Потребление кальция в надземных и подземных частях валерианы лекарственной по отдельным этапам роста и развития характеризовалось неодинаковыми темпами.

В первую фазу потребление кальция ботвой превышало этот показатель корнями и корневищами растений в 1,8, во вторую – в 1,3, в третью – в 1,4 и в четвертую фазу в 1,3 раза. Анализ потребления кальция различными частями растения (корни, корневища, ботва) показал, что основное количество этого элемента сосредоточено по всем фазам роста и развития в надземной части.

Таблица 17 – Влияние средств химизации на накопление кальция растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев				Фаза 10-12 настоящих листьев				Фаза прикорневой розетки листьев				Уборка		
	корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий		корни и корневища	ботва	общий
Контроль	4,9	8,8	13,7		20,7	30,9	51,6		28,8	46,8	75,6		23,7	31,5	55,2
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	5,3	9,8	15,1		24,5	36,1	60,6		33,9	53,3	87,2		27,3	36,9	64,2
Навоз 40 т/га – фон 1	5,7	11,2	16,9		24,5	35,6	60,1		35,0	51,2	86,2		26,1	31,9	58,0
Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	6,3	11,8	18,1		29,8	38,4	68,2		39,3	58,2	97,5		35,3	49,0	84,3
Навоз 80 т/га – фон 2	7,0	12,8	19,8		30,9	39,2	70,1		45,5	58,5	104,0		43,3	61,7	105,0
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	7,5	13,7	21,2		34,8	42,0	76,8		53,7	67,8	121,5		62,5	73,5	136,0
Навоз 120 т/га – фон 3	7,6	12,8	20,4		35,4	41,7	77,1		51,1	67,6	118,7		48,8	69,8	118,6
Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	8,3	14,5	22,8		39,5	45,5	85,0		59,8	80,5	140,3		60,5	80,3	140,8
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	9,2	15,6	24,8		41,0	49,1	90,1		61,1	83,8	144,9		73,8	87,2	161,0
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ эпин	9,7	16,6	26,3		41,3	52,6	93,9		67,9	88,5	156,4		77,5	95,0	172,5
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	9,4	16,2	25,6		39,8	51,6	91,4		58,8	85,7	144,5		71,0	93,1	164,1
Среднее по вариантам	7,4	13,1	20,5		32,9	42,1	75,0		48,6	67,5	116,1		50,0	64,5	114,5

Вносимые органические, минеральные удобрения и стимуляторы роста оказали существенное влияние на накопление кальция растениями валерианы. Применение полного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{40}K_{60}$ одного, а также с навозом 40, 80 и 120 т/га, позволило резко увеличить общее потребление кальция, которое в фазу 5-6 настоящих листьев превышало контрольный вариант на 10-66, в фазу 10-12 настоящих листьев – на 17-65, в фазу прикорневой розетки листьев – на 15-86 и при уборке – на 16-155%.

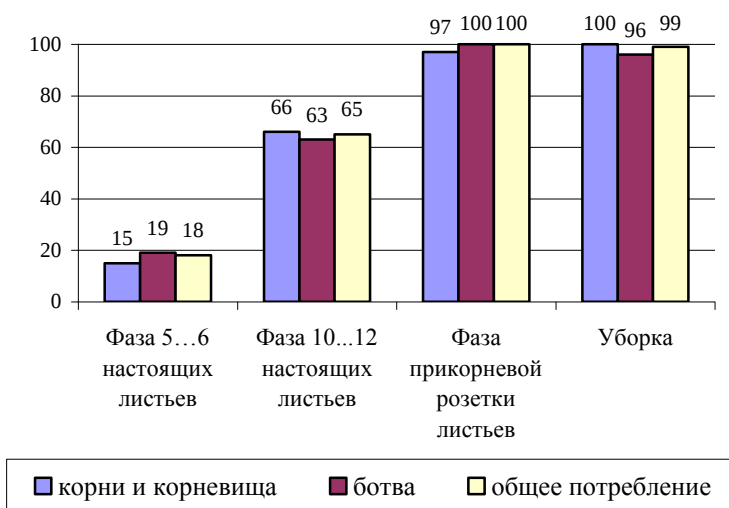


Рисунок 8 – Потребление кальция растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, % от максимального (среднее за 2000-2002 гг.)

Применение одних органических удобрений было менее эффективным. Прибавки от 40,80 и 120 т/га навоза составили в первую 23-49, во вторую 16-49, в третью 14-57 и в четвертую фазу – 5-115%.

Максимальные увеличения накопления кальция в растениях валерианы лекарственной обеспечивались совместным применением наибольших доз минеральных и органических удобрений с обработкой растений стимуляторами роста. Прирост потребления

этого элемента, по сравнению с контролем, составил от 77 до 212% по отдельным фенологическим фазам роста и развития (табл. 17).

Вносимые питательные элементы в виде удобрений стимулировали равномерное потребление кальция как в корнях и корневищах, обеспечивая увеличение накопления этого элемента по отдельным фенологическим фазам от 8 до 164%, так и в ботве (прирост составил от 11 до 154%).

Принимая во внимание, что увеличение потребления элемента питания под действием средств химизации может быть связано как с повышением количества этого элемента в растениях, так и с увеличением прироста органического вещества, следует отметить, что в отношении кальция справедлива только вторая причина.

3.1.5 Магний

Большое значение в жизни растений валерианы лекарственной имеет магний, который поступает в растения из почвы в виде иона Mg^{2+} пассивно, без затрат энергии. Магний входит в состав молекулы хлорофилла и принимает непосредственное участие в фотосинтезе. Хлорофилл содержит около 10% от общего его количества в растениях. Магний входит также в состав пектиновых веществ и фитина, который накапливается преимущественно в семенах. Этот элемент участвует в передвижении фосфора в растениях и углеводном обмене, влияет на активность окислительно-восстановительных процессов. Магний, как и фосфор, содержится главным образом в растущих частях и семенах растений. В отличие от кальция, он более подвижен и может перераспределяться: из старых листьев он поступает в молодые, а после цветения – из листьев в семена, где концентрируется в зародыше. Этот элемент является активатором многих ферментов (полимераз, фосфотаз и других). При достаточном содержании магния усиливаются восстановительные процессы, больше накапливается органических соединений – алкалоидов, эфирных масел, жиров и других [35, 111]. Недостаток магния приводит к нарушению обмена веществ в растениях, пространственной структуры ДНК и РНК.

В наших исследованиях (табл. 18) общее потребление магния растениями валерианы лекарственной в течение вегетации

Таблица 18 – Влияние средств химизации на накопление магния растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, кг/га (среднее за 2000-2002 гг.)

Вариант опыта	Фаза 5-6 настоящих листьев			Фаза 10-12 настоящих листьев			Фаза прикорневой розетки листьев			Уборка		
	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий	корни и корневища	ботва	общий
Контроль	2,5	4,9	7,4	11,0	12,9	23,9	13,9	12,6	26,5	9,4	9,4	18,8
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2,9	5,2	8,1	12,6	15,5	28,1	15,0	14,7	29,7	9,3	10,6	19,9
Навоз 40 т/га – фон 1	3,0	5,7	8,7	12,8	15,7	28,5	15,8	14,6	30,4	9,2	10,5	19,7
Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	3,4	6,5	9,9	16,8	16,3	33,1	20,1	17,1	37,2	16,3	16,3	32,6
Навоз 80 т/га – фон 2	4,0	6,7	10,7	17,1	17,2	34,3	20,2	17,0	37,2	18,4	18,2	36,6
Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	4,1	7,3	11,4	17,9	18,6	36,5	27,1	19,9	47,0	26,8	23,3	50,1
Навоз 120 т/га – фон 3	4,0	7,0	11,0	18,3	17,9	36,2	19,0	18,3	37,3	15,6	21,0	36,6
Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	4,5	7,5	12,0	20,9	19,2	40,1	25,1	24,6	49,7	27,8	27,7	55,5
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	4,9	8,1	13,0	23,1	21,3	44,4	28,0	24,3	52,3	29,6	27,5	57,1
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ эпин	5,1	8,8	13,9	23,6	23,6	47,2	33,8	24,9	58,7	34,3	29,7	64,0
Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	5,1	8,5	13,6	22,1	22,2	44,3	28,3	24,7	53,0	29,6	29,9	59,5
Среднее по вариантам	4,0	6,9	10,9	17,8	18,2	36,0	22,4	19,3	41,7	20,6	20,4	41,0

по отдельным вариантам опыта составляло 7,4-64,0 кг/га, что гораздо меньше, чем других элементов минерального питания. Накопление этого элемента проходило неравномерно – преимущественно в середине вегетации. Так, за один месяц (3 декада июля – 3 декада августа) растения валерианы лекарственной накопили 62% магния от его общего потребления.

Это связано с активным формированием в это время листовой поверхности (фаза 5-6 настоящих листьев – фаза 10-12 настоящих листьев) (рис. 9). За период 10-12 настоящих листьев – прикорневая розетка потребление магния составило всего 12%. В октябре накопление магния по сравнению с сентябрем снизилось на 2%, что связано с отмиранием и опадом части листьев.

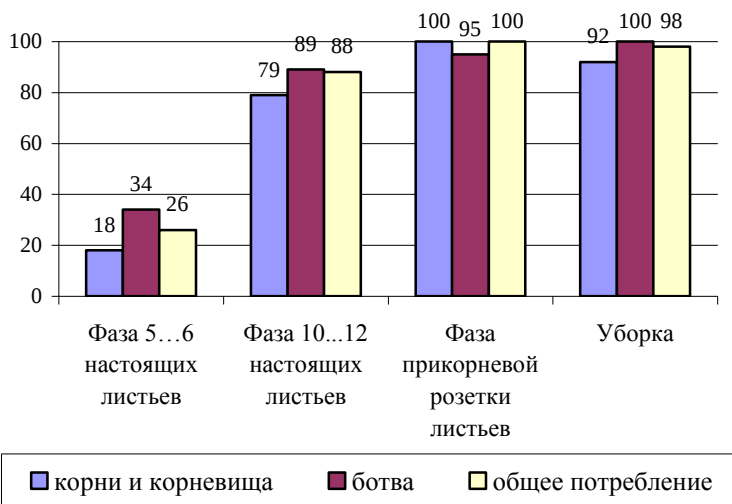


Рисунок 9 – Потребление магния растениями валерианы лекарственной в течение вегетации, % от максимального (среднее за 2000-2002 гг.)

Потребление магния надземными и подземными частями растений валерианы лекарственной проходило по-разному. Если в начале вегетации (5-6 настоящих листьев) потребление магния ботвой превышало этот показатель корнями и корневищами в 1,7 раза, то в последующие фазы темпы выравнились и составили 0,8-1,0 раза.

Общее потребление магния зависело от условий минерального питания растений. Максимальное увеличение было получено при комплексном применении средств химизации – стимуляторов роста (эпин, гидрогумат), минеральных ($N_{135}P_{60}K_{120}$) и органических удобрений (120 т/га навоза). Эти варианты обеспечивали увеличение общего потребления магния по сравнению с контролем по отдельным фенологическим фазам от 84 до 240%, в то время как внесение одного навоза – от 18 до 95%, навоза и NPK – от 9 до 195%.

Улучшение условий минерального питания растений за счет удобрений приводило к равномерному увеличению потребления магния как надземной, так и подземной частью растений. Так, применение минеральных удобрений ($N_{90}P_{40}K_{60}$) одних и совместно с 40, 80 и 120 т/га навоза приводило к увеличению, по сравнению с контролем, потребления магния на 8-195% в корнях и корневищах и на 6-194% – в ботве.

Увеличение потребления магния под действием удобрений и стимуляторов роста растений обуславливалось только приростом органического вещества и не было связано с изменением содержания этого элемента в корнях, корневищах и ботве валерианы лекарственной.

3.2 Пустырник пятилопастный

Поглощение питательных элементов – такое же уникальное свойство растений, как и процесс фотосинтеза. Именно эти две функции лежат в основе автотрофности растительного организма. Растения способны поглощать из окружающей среды практически все элементы Периодической системы Д.И. Менделеева. Поэтому минеральные вещества являются необходимой составной частью биомассы, хотя занимают лишь 5% [4,111].

Физиологические функции органоенов и зольных элементов имеют большое значение для жизнедеятельности растений. Из них образуются органические вещества, составляющие основу живой материи. Они непосредственно влияют на обмен веществ и внутреннюю архитектуру клеток, на строение и состояние протопласта. Данные вещества проявляют токсическое и антитоксическое действие на живые ткани и органы, выпол-

няют функции катализаторов биохимических реакций, играют роль в изменении тургора и проницаемости цитоплазмы, служат основой электрических явлений в растительном организме, оказывают влияние на протекание процессов фотосинтеза и на накопление органического вещества [35].

Сырье лекарственных растений является природным источником химических элементов, использование которых имеет преимущества. Это обусловлено, прежде всего, тем, что данные элементы находятся в наиболее доступной и усвояемой форме, свойственной живой природе. Очень важно, что лекарственные растения, такие как пустырник пятилопастный, стремятся сохранить свойственный генотипу химический состав, подчиняясь индивидуальной специфике метаболизма, закрепленной в генетической программе.

Рациональное использование удобрений – мощный фактор повышения урожая и качества лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного. Установление закономерностей формирования высокой продуктивности этого растения под влиянием различных доз органических и минеральных удобрений требует детального анализа потребления основных элементов минерального питания с учетом фазы роста и развития. Принимая во внимание, что потребление питательных элементов определялось в период вегетации, а средства химизации применялись до посадки, рассмотрим динамику накопления элементов минерального питания в первый год выращивания пустырника пятилопастного (прямое действие удобрений и стимуляторов роста).

3.2.1 Азот

В исследованиях установлено, что потребление азота по вариантам полевого опыта происходило во все фазы роста и развития растений вплоть до цветения и уборки. Это связано с нарастанием вегетативной массы за счет биосинтеза белковых соединений, так как азот входит в состав этих важнейших органических веществ. Потребление этого элемента пустырником пятилопастным в течение вегетации было неравномерным. Так, в июне было накоплено 11, а в июле 59% от максимального его количества за вегетацию (август 100%) (рис.10).

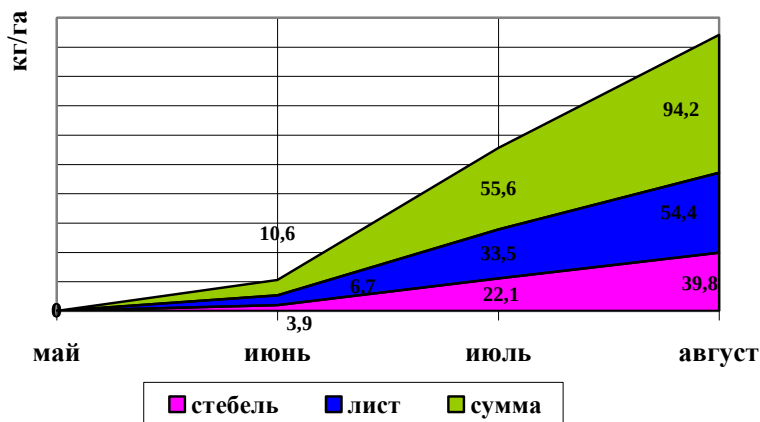


Рисунок 10 – Накопление азота в течение вегетации пустырника пятилопастного, среднее по вариантам опыта (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.), кг/га.

Потребление азота различными частями растений пустырника (лист, стебель) в период вегетации также характеризовалось неодинаковыми темпами. В июне накопление азота листьями превышало этот показатель в стеблях в 1,7, в июле – 1,5 и в августе – 1,4 раза. Вероятно, основной причиной стали особенности индивидуального развития растений пустырника пятилопастного, так как азот входит в состав пиррольной группы хлорофилла и накапливается в большей степени в листьях, которые участвуют в процессах фотосинтеза и меньше в стеблях, выполняющих транспортную функцию.

Пустырник пятилопастный использует большое количество азота. Общее потребление данного элемента к уборке растений достигло 117,0-138,0 кг/га на вариантах с высокими дозами органических (80 т/га навоза) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$), а также с дополнительной обработкой растений пустырника стимуляторами роста (эпин, гидрогумат) (табл. 19).

Таблица 19 – Накопление азота растениями пустырника пятилопастного в период вегетации, кг/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь			Июль			Август		
	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая
Контроль	2,0	3,8	5,8	12,1	19,3	31,4	19,2	21,3	40,5
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	2,1	4,4	6,5	11,6	24,6	36,2	25,5	30,6	56,1
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	3,6	6,3	9,9	17,3	30,5	47,8	32,9	47,6	80,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	4,2	5,9	10,1	23,5	29,3	52,8	46,3	56,8	103,1
Навоз – 80 т/га (фон)	3,9	6,5	10,4	18,7	23,6	42,3	31,8	58,8	90,6
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	3,9	7,6	11,5	23,7	32,9	56,6	42,0	55,1	97,1
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	4,2	8,3	12,5	23,1	37,1	60,2	45,3	62,4	107,7
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	5,2	7,6	12,8	26,2	36,8	63,0	47,0	64,4	111,4
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	4,9	8,4	13,3	36,4	42,7	79,1	46,7	70,3	117,0
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +гидрогумат	4,8	8,2	13,0	28,6	58,3	86,9	61,0	77,0	138,0

Улучшение условий минерального питания оказало существенное влияние на накопление азота в растениях пустырника пятилопастного. Использование навоза в дозе 80 т/га повышало потребление этого элемента на 4,6, 10,9 и 50,1 кг/га в июне, июле и августе соответственно.

Действие минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$) было несколько выше, чем органических, что позволило увеличить общее потребление азота в течение вегетации на 4,3-62,6 кг/га. Достаточно эффективным было совместное внесение органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$). В данном случае была получена высокая прибавка потребления азота. Она составила в отдельные месяцы наблюдения 7,0-70,9 кг/га.

Вносимые в почву соединения азота в составе органических и минеральных удобрений преимущественно использовались листовым аппаратом и в меньшей степени – стеблями пустырника.

Стимуляторы роста эпин и гидрогумат также оказали положительное влияние на потребление азота растениями пустырника пятилопастного. Прирост в этом случае составил в сравнении с фоновым вариантом (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$) в июне, июле и августе 0,5 и 0,2; 16,1 и 23,9; 5,6 и 26,6 кг/га соответственно.

В целом необходимо отметить, что рост потребления азота растениями пустырника пятилопастного при применении изучаемых в опыте средств химизации обуславливался как повышением содержания самого элемента в листьях и стеблях, так и за счет прироста органического вещества, что было описано в предыдущем разделе.

Увеличение потребления азота при применении удобрений и стимуляторов роста растений необходимо рассматривать как положительный момент, так как это приводит к дополнительному нарастанию биомассы растений и, следовательно, к повышению урожайности лекарственного растительного сырья.

3.2.2 Фосфор

В результате исследований, проведенных в полевых опытах с пустырником пятилопастным, установлено, что потребление фосфора происходило в течение всей вегетации растений, особенно на тех вариантах, где применялись средства химизации.

Максимальное использование данного элемента к концу вегетации в среднем за 3 года составило 53,3 кг/га на варианте с высокими дозами органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + N₉₀P₆₀K₉₀) и с дополнительной обработкой рассады стимулятором роста (эпин) (табл. 20).

Поглощение фосфора растениями пустырника пятилопастного протекало в течение всей вегетации неравномерно. В начале вегетационного роста (июнь) накопление этого элемента всей надземной массой (стебли + листья) составило всего 15% от максимального (август), в июле при формировании листового аппарата 74%. Одновременно за эти периоды потребление фосфора листьями было соответственно 20 и 90%, стеблями – 8 и 52% (рис. 11).

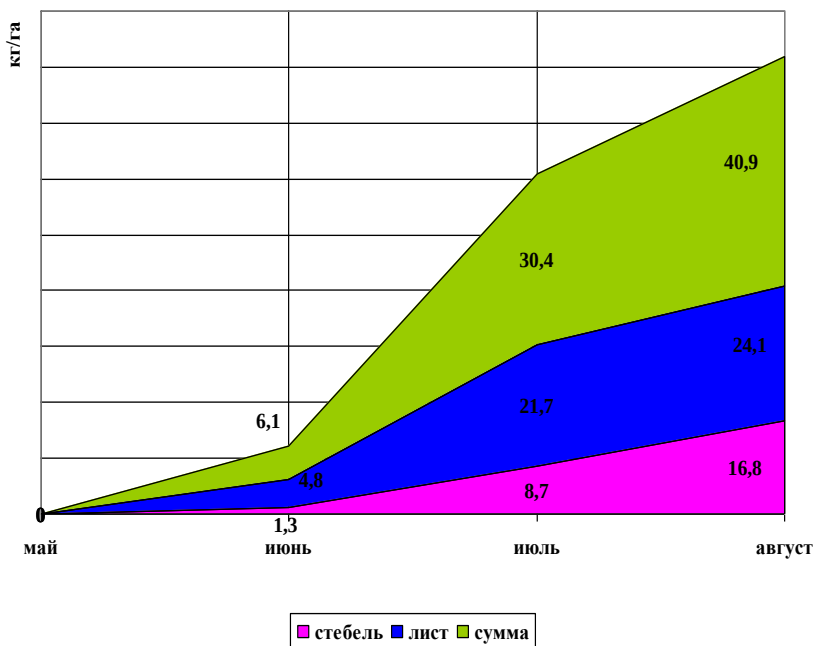


Рисунок 11 – Накопление фосфора в течение вегетации пустырника пятилопастного, среднее по вариантам опыта (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.), кг/га.

Таблица 20 – Накопление фосфора (P_2O_5) растениями пустыряника пятилопастного в период вегетации, кг/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь			Июль			Август		
	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая
Контроль	0,6	3,0	3,6	2,6	16,0	18,6	6,4	11,5	17,9
$N_{30}P_{20}K_{30}$	0,7	3,6	4,3	2,6	16,5	19,1	8,7	15,5	24,2
$N_{60}P_{40}K_{60}$	1,1	4,8	5,9	9,7	18,9	28,6	13,6	30,1	43,7
$N_{90}P_{60}K_{90}$	1,4	4,7	6,1	6,7	24,6	31,3	20,3	25,6	45,9
Навоз – 80 т/га (фон)	1,1	5,0	6,1	6,6	13,6	20,2	16,2	19,3	35,5
Фон + $N_{30}P_{20}K_{30}$	1,1	4,9	6,0	9,1	21,0	30,1	20,7	22,7	43,4
Фон + $N_{60}P_{40}K_{60}$	1,2	5,5	6,7	9,1	23,2	32,3	20,5	25,9	46,4
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$	1,4	5,6	7,0	9,9	24,4	34,3	17,3	29,6	46,9
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +эпин	2,6	5,7	8,3	19,1	27,0	46,1	23,3	30,0	53,3
Фон + $N_{90}P_{60}K_{90}$ +гидрогумат	2,5	5,2	7,7	11,0	31,7	42,7	21,2	30,4	51,6

Как видно из представленных данных, фосфор в большей степени накапливается в листьях ввиду их особой роли в процессах фосфорного обмена, чем в стеблях. Превышения потребления составили в июне 3,7, в июле 2,5 и в августе 1,4 раза. К моменту образования в августе репродуктивных органов (цветущие побеги на стеблях) в них начинают накапливаться соединения фосфора, так как этот элемент необходим при образовании наследственных структур в живых организмах – ДНК, РНК, хромосом, нуклеотидов и других, играющих исключительно важную роль при цветении и оплодотворении растений, в том числе и лекарственных.

Действие средств химизации на потребление фосфора растениями было достаточно эффективным. Совместное применение органических (80 т/га навоза) и минеральных удобрений ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) обеспечило увеличение потребления в июне на 2,4-3,4, в июле на 11,5-15,7 и в августе на 25,5-29,0 кг/га, в сравнении с контрольным вариантом.

Использование только минеральных удобрений ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) или только органических, было менее эффективным. Прибавка в потреблении фосфора составила в первом случае 0,5-28,0 кг/га во втором – 2,5-17,6 кг/га соответственно.

Дополнительное применение гидрогумата и эпина привело к росту потребления фосфора. Увеличение составило 0,7 и 1,3 в июне, 8,4 и 11,8 в июле и 4,7 и 6,4 кг/га в августе в сравнении с фоновым вариантом (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$). Действие эпина было несколько выше, чем гидрогумата.

Необходимо отметить, что увеличение потребления фосфора пустырником пятилопастным от средств химизации обуславливалось как приростом биомассы, так и повышением содержания фосфора в растениях.

3.2.3 Калий

Общее потребление калия происходило до цветения и уборки пустырника пятилопастного (август). Максимальное накопление элемента в среднем за 3 года (таблица 21) к концу вегетации составило 79,6 и 84,7 кг/га в вариантах с использованием высоких доз органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$) с дополнительным применением стимуляторов роста растений (гидрогумат, эпин).

Таблица 21 – Накопление калия (K₂O) растениями пустыряника пятилопастного в период вегетации, кг/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь			Июль			Август		
	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая
Контроль	1,5	2,3	3,8	7,9	11,3	19,2	6,0	14,5	20,5
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	1,8	3,1	4,9	8,8	14,2	23,0	17,0	17,6	34,6
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	2,9	3,7	6,6	14,7	17,4	32,1	22,3	23,9	46,2
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	3,6	4,1	7,7	16,0	17,5	33,5	30,6	28,8	59,4
Навоз – 80 т/га (фон)	3,6	4,5	8,1	13,1	14,7	27,8	30,5	24,0	54,5
Фон +N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	3,1	5,0	8,1	15,0	22,1	37,1	23,6	24,4	48,0
Фон +N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	4,5	5,2	9,7	14,4	23,5	37,9	37,6	35,6	73,2
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	5,2	4,6	9,8	17,4	20,7	38,1	34,4	42,6	77,0
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	4,6	3,8	8,4	29,1	30,0	59,1	44,3	40,4	84,7
Фон +N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +гидрогумат	3,6	3,4	7,0	20,8	26,2	47,0	41,0	38,6	79,6

Потребление калия в период вегетации осуществлялось неравномерно. Наибольшее накопление этого элемента растениями пустырника отмечалось за период июнь-июль к моменту полного формирования вегетативной массы растений. Прирост составил 28,1 кг/га. Калий достаточно активно накапливался и за период июль-август при формировании репродуктивных органов. Прибавка потребления была 22,3 кг/га.

Поглощение калия стеблями и листьями пустырника характеризовалось различными темпами. Анализ показал, что его количество сосредоточено в листовой части растений, где протекают интенсивные биохимические процессы.

Использование этого элемента листьями возрастало весь период вегетативного роста, а к цветению и уборке приросты снижались. В июне листья поглощали калия в 1,2 раза больше, чем стебли, в июле – в 1,3 (рис. 12).

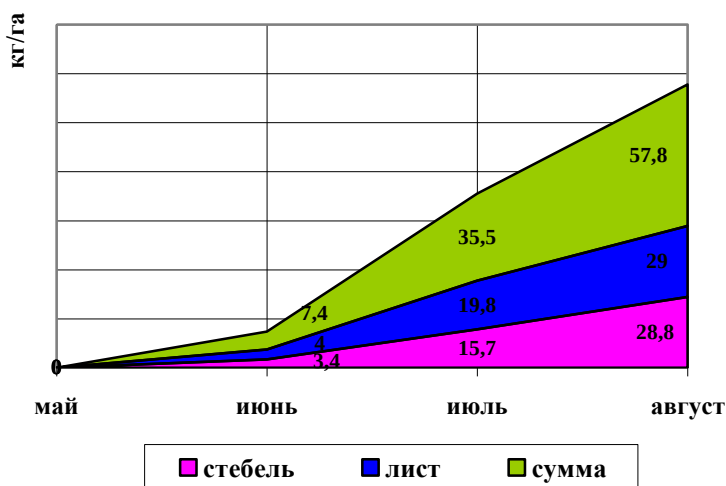


Рисунок 12 – Накопление калия в течение вегетации пустырника пятилопастного, среднее по вариантам опыта (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.), кг/га.

Улучшение условий минерального питания привело к увеличению количества потребленного калия. Прирост от совместного использования органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) составил 4,3-6,0, 17,9-18,9 и 27,5-56,5 кг/га в июне, июле и августе соответственно.

Дополнительное использование гидрогумата и эпина повышало этот показатель в июле на 8,9 и 2,6, в августе на 21,0 и 7,7 кг/га.

Использование удобрений по отдельным видам не обеспечивало их высокой эффективности. Так, внесение $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ дало увеличение потребления калия на 1,1-38,9 кг/га, применение навоза 80 т/га – соответственно 4,3-34,0 кг/га.

Особый интерес представляет вопрос, в каких органах пустырника пятилопастного накапливается дополнительное количество калия, которое вносится с органическими и минеральными удобрениями? Разностный метод анализа позволил установить, что это преимущественно листья, что связано с синтетическими процессами и образованием органического вещества, проходящими в листовой пластинке.

Анализируя потребление калия растениями пустырника пятилопастного, отметим, что усиление данного процесса от используемых удобрений и стимуляторов роста обуславливалось и приростом органического вещества, и повышением в нем концентрации калия.

3.2.4 Кальций

В исследованиях, проведенных в течение трех лет (таблица 22), установлено, что общее потребление кальция пустырником пятилопастным было меньшим, чем азота, фосфора и калия. Максимальных значений оно достигло к периоду цветения и уборки лекарственных растений (август) на вариантах с высокими дозами органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$) и при дополнительной обработке стимуляторами роста (гидрогуматом и эпином).

Потребление кальция в течение вегетации растений пустырника пятилопастного было неравномерным. В среднем по вариантам опыта накоплено в июне – 11, в июле – 64% от максимального количества (август 100%) (рис. 13).

Поглощение изучаемого элемента различными органами растений было также неодинаковым. Преимущественно кальций накапливался больше в листьях пустырника, чем в стеблях. Соотношение составило 2,0, 2,1 и 1,5 в июне, июле и августе в пользу первых органов.

Таблица 22 – Накопление кальция (СаО) растениями пустырника пятилопастного в период вегетации, кг/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь			Июль			Август		
	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая
Контроль	0,09	0,14	0,23	0,33	1,02	1,35	0,66	1,35	2,01
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,07	0,18	0,25	0,40	1,24	1,64	0,79	1,99	2,78
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,13	0,19	0,32	0,60	1,13	1,73	1,09	1,69	2,78
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,15	0,23	0,38	0,92	1,21	2,13	1,65	1,38	3,03
Навоз – 80 т/га (фон)	0,11	0,25	0,36	0,85	1,31	2,16	1,15	2,19	3,34
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,12	0,29	0,41	0,55	1,39	1,94	1,24	1,98	3,22
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,15	0,30	0,45	0,60	1,69	2,29	1,39	1,67	3,06
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,16	0,30	0,46	0,89	1,78	2,67	1,41	2,04	3,45
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	0,15	0,24	0,39	0,95	1,82	2,77	2,32	2,20	4,52
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +гидрогумат	0,11	0,23	0,34	0,71	1,92	2,63	1,88	3,46	5,34

Улучшение условий минерального питания при комплексном использовании средств химизации позволило значительно увеличить потребление кальция. Совместное применение органических (навоз 80 т/га) и минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$) повысило потребление данного элемента в июне на 100, в июле на 98 и в августе на 72%, в сравнении с контрольным вариантом.

Применение только навоза (80 т/га) повышало потребление кальция всего на 57-66%, а внесение только минеральных удобрений ($N_{90}P_{60}K_{90}$) – на 51-65%.

В течение почти всего периода вегетации до цветения влияние стимуляторов не проявилось достаточным образом. И только в августе увеличение изучаемого показателя составило 31 и 55% в сравнении с фоновым вариантом (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$).

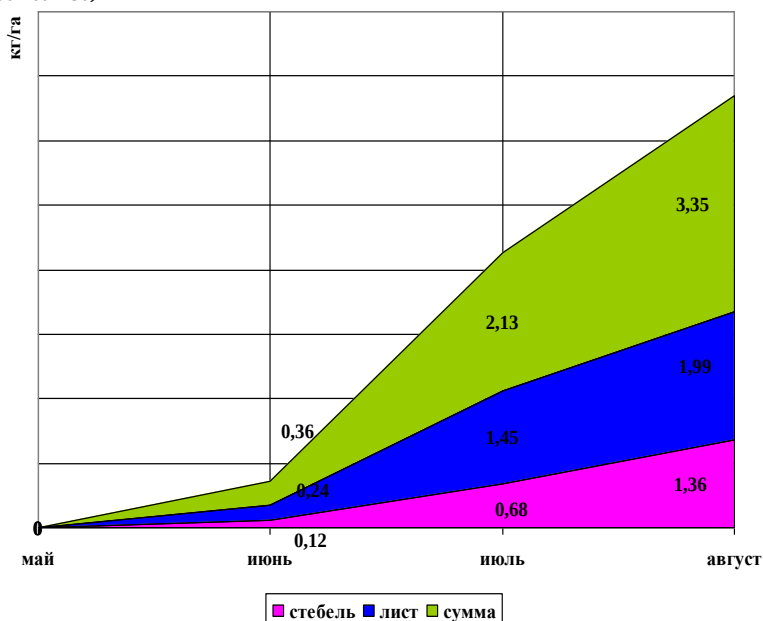


Рисунок 13 – Накопление кальция в течение вегетации пустырника пятилопастного, среднее по вариантам опыта (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.), кг/га.

Вносимые элементы минерального питания, входящие в состав удобрений, стимулировали накопление кальция преимущественно листьями. Усиление общего потребления этого элемента от средств химизации связано только с ростом количества биомассы пустырника, так как содержание кальция от удобрений и стимуляторов роста в растениях не изменялось.

3.2.5 Магний

Потребление магния в течение вегетации растениями пустырника по отдельным вариантам опыта составило 0,48-10,04 кг/га, что гораздо меньше, чем азота, фосфора или калия, но больше, чем кальция (табл. 23).

В исследованиях установлено, что накопление магния проходило неравномерно. Так как этот элемент входит в состав хлорофилла, а в начале вегетации листовая поверхность и надземная масса растений были минимальными (в июне), потребление магния составило всего 12% от максимального количества за вегетацию.

В июле пустырником пятилопастным было накоплено в среднем по вариантам опыта 54% магния (рис. 14). Это связано с активным формированием листовой поверхности растений в этот период вегетативного роста.

Потребление магния листьями и стеблями пустырника было неодинаковым. Листовая часть растений накапливала изучаемый элемент в 2,2 в июне, в 2,1 в июле и в 1,7 раза в августе больше, чем стебли, что связано с биологическими и функциональными особенностями различных органов растений.

Условия минерального питания оказали непосредственное влияние на общее потребление магния этим лекарственным растением. При комплексном применении средств химизации (навоз 80 т/га + $N_{90}P_{60}K_{90}$) данный вариант обеспечил прибавку в размере 127 в июне, 81 в июле и 92% в августе.

Обработка стимуляторами роста растений (эпин и гидрогумат) повышала потребление изучаемого элемента на 14-27% в июле и августе (в середине и конце вегетации). В июне положительное действие стимуляторов не отмечалось.

Таблица 23 – Накопление магния (MgO) растениями пустырника пятилопастного в период вегетации, кг/га (в среднем за 2003, 2004, 2006 гг.)

Вариант опыта	Июнь			Июль			Август		
	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая	Стебель	Лист	Общая
Контроль	0,15	0,33	0,48	0,81	1,75	2,56	1,48	2,95	4,43
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,16	0,42	0,58	0,81	2,38	3,19	1,84	3,54	5,38
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,31	0,57	0,88	1,26	2,64	3,90	2,43	4,76	7,19
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,29	0,61	0,90	1,20	2,82	4,02	3,36	5,43	8,79
Навоз – 80 т/га (фон)	0,33	0,69	1,02	0,96	2,31	3,27	2,38	5,65	8,03
Фон + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	0,35	0,86	1,21	1,46	2,97	4,43	2,83	4,84	7,67
Фон + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	0,36	0,83	1,19	1,43	3,19	4,62	3,41	4,40	7,81
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	0,34	0,75	1,09	1,48	3,15	4,63	3,18	5,34	8,52
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	0,35	0,67	1,02	2,21	3,66	5,87	4,16	5,88	10,04
Фон + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	0,32	0,65	0,97	1,60	3,76	5,36	3,80	5,92	9,72

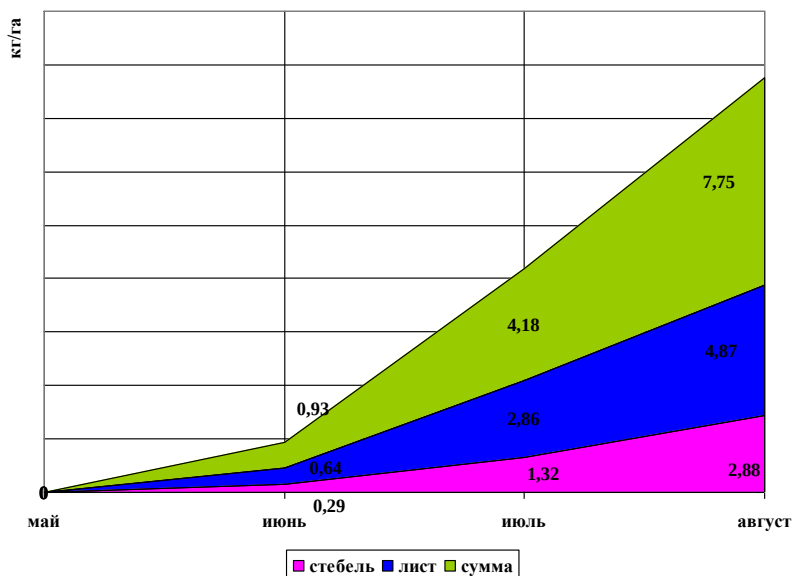


Рисунок 14 – Накопление магния в течение вегетации пустырника пятилопастного, среднее по вариантам опыта (среднее за 2003, 2004, 2006 гг.), кг/га.

Эффективность отдельно навоза и NPK была ниже их совместного применения. Увеличение потребления магния в первом случае составило 28-112%, во втором – 57-98. Общий прирост потребления магния от средств химизации был связан с усилением его накопления преимущественно в листьях. А улучшение условий минерального питания привело к возрастанию потребления магния в течение всего периода вегетации растений пустырника пятилопастного за счет роста биомассы, так как концентрация этого элемента минерального питания под действием удобрений и стимуляторов роста в растениях не изменялась.

4 УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

4.1 Валериана лекарственная

4.1.1 Урожайность корней и корневищ

Активность продукционного процесса валерианы лекарственной в течение вегетации, которая проявлялась в усилении потребления питательных элементов, образования хлорофилла и каротиноидов, формирования листового аппарата и накопления сухого вещества, в конечном итоге определила величину получаемой урожайности этой культуры. Следует отметить, что применение удобрений и стимуляторов роста активизирует продукционный процесс валерианы лекарственной, изменяет физиологические и биохимические показатели растений в сторону их увеличения.

Улучшение условий минерального питания валерианы путем внесения минеральных удобрений в дозах $N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ обеспечивало в среднем за 3 года прибавку корней и корневищ в пределах 4,7-10,3 ц/га или 20-44% к контролю (табл. 24).

Более высокая урожайность была получена при внесении одних органических удобрений – 40, 80 и 120 т/га навоза. Прибавка составила 4,4, 17,9 и 24,6 ц/га или 19, 77 и 106% к контролю.

Совместное применение органических и минеральных удобрений явилось важнейшим фактором повышения урожайности валерианы лекарственной, внесение которых в указанных выше дозах, обеспечивало получение весьма значительной прибавки корней и корневищ: 11,1-46,0 ц/га или 48-198% к контролю. При дополнительной обработке рассады валерианы стимулятором роста эпином – урожайность в опыте была получена максимальная 75,3 ц/га (прибавка 52,1 ц/га), что в 2,3 раза выше контрольного варианта. Положительное действие стимулятора роста гидрогумата не установлено.

Отмеченные в среднем за 3 года закономерности в действии удобрений и стимуляторов роста были справедливы и по отдельным годам проведения исследований. Хотя абсолютные показатели по вариантам опыта и отличались между собой ввиду некоторых различий погодных условий вегетационного периода в 2000, 2001 и 2002 годах.

Таблица 24 – Влияние органических, минеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной, 2000-2002 гг.

Вариант опыта	Урожайность корней и корневищ, ц/га				Прибавка к контролю,		Окупаемость, кг корней и корневищ	
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	среднее	ц/га	%	1 т навоза	1 кг NPK
1. Контроль	26,3	21,5	21,7	23,2	-	-	0	-
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	32,5	27,6	23,5	27,9	4,7	20		4,5
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	28,1	28,1	30,6	28,9	5,7	25		2,7
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	34,0	35,0	31,4	33,5	10,3	44		3,3
5. 40 т/га навоза – фон 1	30,6	26,9	25,2	27,6	4,4	19	11,0	-
6. Фон 1 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	34,8	36,7	31,3	34,3	11,1	48		6,4
7. Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	36,7	37,6	37,0	37,1	13,9	60		4,5
8. Фон 1 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	46,9	47,0	41,0	45,0	21,8	94		5,5
9. 80 т/га навоза – фон 2	47,2	40,6	35,5	41,1	17,9	77	22,3	-
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	49,6	59,3	41,4	50,1	26,9	116		8,5
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	63,5	64,7	51,6	59,9	36,7	158		8,9
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	70,8	72,5	56,4	66,6	43,4	187		8,1
13. 120 т/га навоза – фон 3	62,4	44,3	36,6	47,8	24,6	106	20,5	-
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	60,6	55,4	46,8	54,3	31,1	134		6,2
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	67,8	57,9	56,8	60,8	37,6	162		6,2
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	72,9	69,4	65,4	69,2	46,0	198		6,8
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	74,0	80,8	71,1	75,3	52,1	225	8,7	8,7
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	73,4	69,4	64,3	69,0	45,8	198		6,7
НСР ₀₅	5,6	5,3	4,8	3,0				

Агрономическая эффективность применяемых удобрений оценивается по окупаемости 1 т навоза и 1 кг NPK [26], которые достигали весьма значительных показателей. Окупаемость 1 т навоза в среднем за 3 года повышалась в 2 раза при увеличении дозы от 40 до 80 т/га. В дальнейшем, при переходе к дозе 120 т/га, она снижалась на 9%. Это связано с неадекватным увеличением урожайности при переходе от второго к третьему фону органических удобрений.

Окупаемость 1 кг NPK в опытах колебалась в широких пределах и составляла в среднем за 3 года 2,7-8,9 кг корней и корневищ. Минимальная окупаемость отмечалась при применении NPK на безнавозном фоне, в то время как внесение NPK на фоне 80 т/га навоза обеспечивала максимальную окупаемость – 8,9 кг корней и корневищ на 1 кг NPK.

Применение минеральных удобрений на фоне 120 т/га навоза приводило к снижению их агрономической эффективности до 6,2-6,8 и только дополнительная обработка растений на этих вариантах стимулятором роста эпином позволила приблизить окупаемость NPK (8,7 кг на 1 кг NPK) к максимальной по опыту.

Несмотря на то, что ботва валерианы лекарственной в большинстве случаев не находит применения как лекарственное растительное сырье, общие закономерности в действии удобрений на эту часть растений также представляют определенный интерес, так как питательные элементы, содержащиеся в ботве, могут передвигаться в товарную часть урожая (корни и корневища) и использоваться для его увеличения. Растения валерианы лекарственной формируют значительное количество ботвы, которое составляло по вариантам в среднем за 3 года 16,5-47,0 ц/га сухого вещества (табл. 25). Отношение массы надземной части растения к массе корней и корневищ находилось в пределах 0,61-0,76. Максимальное отношение отмечалось на вариантах, где использовались одни органические удобрения в дозах 80 и 120 т/га навоза (0,76, 0,72). Наименьшее отношение ботвы к корням и корневищам было отмечено на вариантах с внесением 80 т/га навоза совместно с минеральными удобрениями $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ – 0,61, 0,62, а также с дополнительной обработкой растений стимулятором роста эпин – 0,62.

Таблица 25 – Влияние органических, минеральных удобрений и стимуляторов роста на урожайность ботвы валерианы лекарственной, 2000-2002 гг.

Вариант опыта	Урожайность ботвы, ц/га				Отношение к корням и корневищам	Прибавка к контролю,	
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	среднее		ц/га	%
1. Контроль	14,4	19,6	15,5	16,5	0,71	-	-
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	15,9	20,6	16,3	17,6	0,63	1,1	7
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	14,0	24,3	18,4	18,9	0,65	2,4	15
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	18,2	22,9	21,9	21,0	0,63	4,5	27
5. 40 т/га навоза – фон I	15,7	18,6	17,6	17,3	0,63	0,8	5
6. Фон I + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	19,6	22,5	18,5	20,2	0,69	3,7	22
7. Фон I + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	25,4	25,7	22,1	24,4	0,66	7,9	48
8. Фон I + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	29,3	30,0	26,2	28,5	0,63	12,0	73
9. 80 т/га навоза – фон 2	33,7	37,4	22,5	31,2	0,76	14,7	89
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	32,8	44,4	23,6	33,6	0,67	17,1	104
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	34,0	44,7	30,5	36,4	0,61	19,9	121
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	36,2	57,1	31,2	41,5	0,62	25,0	152
13. 120 т/га навоза – фон 3	33,6	39,7	29,6	34,3	0,72	17,8	108
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	38,5	40,8	30,5	36,6	0,67	20,1	122
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	39,5	42,4	40,5	40,8	0,67	24,3	147
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	46,8	45,4	41,9	44,7	0,65	28,2	171
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ +эпин	49,7	47,4	43,9	47,0	0,62	30,5	185
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	48,6	47,0	40,0	45,2	0,66	28,7	174
НСР ₀₅	3,7	4,1	3,5	2,2			

Таким образом, улучшение условий минерального питания растений приводило к более интенсивному функционированию надземной части растений для образования корней и корневищ валерианы. Прибавка урожайности ботвы валерианы лекарственной в среднем за 3 года составила 1,1-30,5 ц/га (7-185%), что гораздо меньше, чем прибавка корней и корневищ. Следовательно, действие удобрений на надземную часть было менее значимым. Тем не менее органические удобрения увеличивали урожайность ботвы на 0,9-17,8 ц/га (5-108% к контролю), одни минеральные удобрения – на 1,1-4,5 ц/га (7-27%), минеральные совместно с навозом – на 3,7-28,2 ц/га (22-171%), а с дополнительным применением стимуляторов роста – на 28,7-30,5 ц/га (174-185%). Абсолютная урожайность ботвы, также как урожайность корней и корневищ, колебалась по годам исследований. Однако общие закономерности в действии удобрений по отдельным годам сохранялись.

4.1.2 Показатели качества корней и корневищ валерианы лекарственной

Одним из важнейших параметров качества лекарственного растительного сырья является его экстрактивность, стандартный показатель которого для корней и корневищ валерианы лекарственной по требованиям фармакопеи должен составлять не менее 25% [30, 52]. Под экстрактивными веществами понимают массу сухого остатка, полученного после упаривания вытяжки из лекарственного растительного сырья, полученной с помощью определенного растворителя. Определение экстрактивных веществ в сырье проводят в тех случаях, когда на организм человека действует комплекс биологически активных веществ, что характерно для изучаемого растения [183].

В исследованиях получена высокая экстрактивность лекарственного растительного сырья, которая находилась в пределах 37,7-44,5%, что в 1,51-1,78 раза выше требований фармакопеи (табл. 26). Это еще раз подчеркивает возможность коренного изменения качественных показателей лекарственных растений за счет эффективного применения средств химизации.

Таблица 26 – Влияние органических, минеральных удобрений и стимуляторов роста на качество корней и корневищ валерианы лекарственной (среднее за 2000–2002 гг.)

Вариант опыта	Экстрактивн ость, %	Зольность, %	Эфирные масла, %	Дубильные вещества, %	Сумма флавоноидов, %	Содержание нитратов, мг/кг
1. Контроль	37,7	6,59	1,20	0,90	0,63	39,7
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	38,8	7,62	1,15	0,95	0,79	41,3
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	41,5	7,80	1,28	1,07	0,72	46,2
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	38,9	7,77	1,28	0,97	0,74	48,6
5. 40 т/га навоза – фон 1	41,8	8,07	1,20	1,03	0,76	49,1
6. Фон 1 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	40,7	8,62	1,18	1,04	0,74	52,2
7. Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	42,4	9,04	1,31	1,00	0,83	53,8
8. Фон 1 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	41,5	9,17	1,32	1,04	0,78	55,0
9. 80 т/га навоза – фон 2	42,5	9,25	1,15	1,18	0,76	54,6
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	42,0	9,39	1,14	1,20	0,79	59,1
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	42,3	9,53	1,25	1,24	0,79	62,8
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	41,1	9,64	1,26	1,26	0,74	76,4
13. 120 т/га навоза – фон 3	43,2	8,67	1,16	1,26	0,92	68,3
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	42,7	10,31	1,15	1,28	0,96	79,8
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	42,4	11,22	1,20	1,32	0,90	89,7
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	41,2	12,43	1,39	1,35	0,93	96,2
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	44,5	12,18	1,38	1,35	0,95	86,3
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	43,5	12,05	1,40	1,33	0,97	94,5
НСР ₀₅	0,6	0,3	0,05	0,08	0,07	3,7

Решающим фактором в повышении экстрактивности являлось применение органических удобрений. Дозы навоза 40, 80 и 120 т/га увеличивали этот показатель на 4,1, 4,8, 5,5 п.п, в то время как внесение минеральных удобрений $N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ повышали экстрактивность всего лишь на 1,1, 3,8, 1,2 п.п (рис. 15).



Рисунок 15 – Влияние удобрений и стимуляторов роста на экстрактивность лекарственного сырья валерианы, среднее за 2000-2002 гг.

Лекарственное растительное сырье содержит минеральные элементы, количество которых является условием получения качественной продукции. Содержание общей золы не должно превышать 13% (измельченное сырье) [52, 144]. Таким образом, зольность характеризует накопление всех элементов минерального питания, исключая органогены (С, О, Н, N), которые при сжигании улетучиваются.

В исследованиях, несмотря на высокий уровень применения средств химизации, в среднем за 3 года зольность составила 6,59-12,43% и ни по одному варианту не достигала критических величин. Использование органических удобрений являлось важнейшей причиной повышения зольности лекарственного расти-

тельного сырья. Внесение 40, 80, 120 т/га навоза приводило к увеличению этого показателя на 1,48, 2,66, 2,08 п.п. (рис. 16).

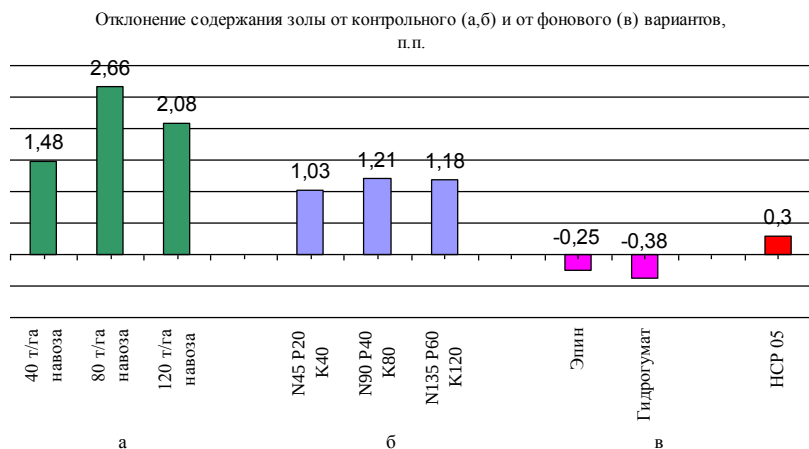


Рисунок 16 – Влияние удобрений и стимуляторов роста на содержание золы в лекарственном сырье валерианы, среднее за 2000-2002 гг.

Применение одних минеральных удобрений N₄₅P₂₀K₄₀, N₉₀P₄₀K₈₀, N₁₃₅P₆₀K₁₂₀ на безнавозном фоне повышало зольность всего на 1,03, 1,21, 1,18 п.п. Но совместное внесение NPK с 40 т/га навоза увеличивало этот показатель на 2,03, 2,45, 2,58 п.п., с 80 т/га навоза – соответственно на 2,80, 2,94, 3,05 п.п., со 120 т/га навоза – соответственно на 3,72, 4,63, 5,84 п.п.

Стимуляторы роста растений эпин и гидрогумат снижали зольность лекарственного растительного сырья на 0,25 и 0,38 п.п. по сравнению с фоном (120 т/га навоза + N₁₃₅P₆₀K₁₂₀).

Таким образом, максимальный прирост зольности в корнях и корневищах валерианы лекарственной обеспечивался при совместном применении органических и минеральных удобрений. Негативное влияние средств химизации на этот показатель может быть снижено за счет применения стимуляторов роста растений.

В лекарственном растительном сырье валерианы лекарственной отмечается наличие эфирных масел – летучих жидких смесей органических веществ, вырабатываемых растениями и обуславливающих их запах. За летучесть и способность перегоняться с

водяным паром они названы «эфирными», а «маслами» – за сходство по консистенции с жирными растительными аналогами. В отличие от жирных масел, эфирные масла испаряются, не оставляя жирного пятна. Они плохо растворяются в воде, но хорошо – в органических растворителях – эфире, спирте, хлороформе. Эфирные масла могут накапливаться в специальныхместилищах в цветках, плодах, листьях, подземных органах и древесине. На темпы накопления и качественный состав их оказывают влияние фаза вегетации, природные и агротехнические факторы. Эфирные масла входят в состав различных лекарственных средств, применяемых внутрь в качестве противовоспалительных, бактерицидных, спазмолитических, сердечно-сосудистых и других лекарственных препаратов [77, 132]. В растениях эфирные масла находятся преимущественно в свободном виде, реже в форме гликозидов. Больше эфирных масел содержится в корнях, чем в корневищах. Поскольку массовое отношение между корнями и корневищами у культивируемых растений смещено в пользу корней, то, следовательно, плантационное сырье более эфирномасличное [127, 206].

В исследованиях в среднем за 3 года содержание эфирных масел в корнях и корневищах валерианы лекарственной составляло 1,14-1,40% (табл. 26). Установлено, что положительное влияние удобрений на величину этого показателя отмечалось на вариантах со средним и высоким уровнем NPK ($N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$) на безнавозном фоне и при совместном их внесении с 40 т/га навоза, а также при применении высоких доз минеральных удобрений $N_{135}P_{60}K_{120}$ совместно с 80 т/га и 120 т/га навоза. Таким образом, биосинтез эфирных масел стимулируется в растениях валерианы лекарственной только при очень высоком уровне применения средств химизации (навоза и минеральных удобрений).

Низкий уровень химизации – применение одних органических удобрений в дозах 40, 80, 120 т/га навоза, также как и внесение низкой дозы NPK, не оказывали математически доказуемого влияния на содержание эфирных масел в корнях и корневищах валерианы лекарственной (рис. 17).

Использование стимулятора роста гидрогумата в отношении повышения содержания эфирных масел было эффективным, в то время как применение эпина – снижало этот показатель.

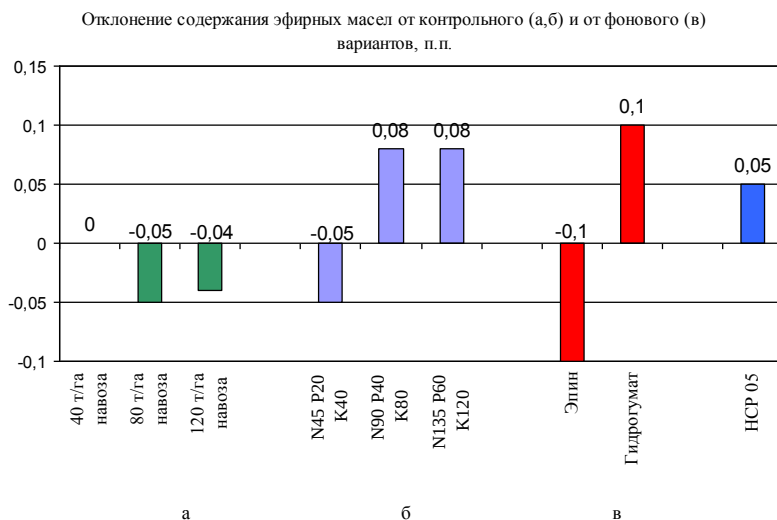


Рисунок 17 – Влияние удобрений и стимуляторов роста на содержание эфирных масел в лекарственном сырье валерианы, среднее за 2000-2002 гг.

Дубильные вещества, или танины – растительные высокомолекулярные соединения, способные осаждать белки и алкалоиды и обладающие сильновязущим вкусом. Эти вещества являются безазотистыми аморфными неядовитыми природными соединениями. Они накапливаются в разных частях растений, чаще всего содержатся в коре корней и корневищ, в стеблях и листьях травянистых растений, в оболочке плодов, меньше – в древесине. Дубильные вещества, как и другие фенольные соединения, локализованы внутри растительной клетки, большая их часть сосредоточена в вакуолях в растворенном состоянии. В стеблях, корнях, корневищах дубильные вещества локализуются в паренхимных тканях, вкраплены в древесину и флоэму; в механической ткани и пробке их нет. Дубильные вещества хорошо растворяются в холодной и горячей воде, спирте и легко извлекаются из растений. Под влиянием кислорода воздуха они окисляются и темнеют. Дубильные вещества используют для лечения больных как вяжущие, противовоспалительные средства при

желудочно-кишечных заболеваниях, для полоскания полости рта, при лечении кожных заболеваний, а также при небольших капиллярных кровотечениях (на слизистых оболочках, состоящих из белковых веществ, танины образуют пленки, препятствующие дальнейшему воспалению) [52, 62, 90]. Фармацевтическая ценность корней и корневищ валерианы лекарственной определяется, в том числе, и наличием соединений этой группы.

В наших исследованиях содержание дубильных веществ увеличивалось в основном под действием органических удобрений одних и совместно с NPK (табл. 26, рис. 18).

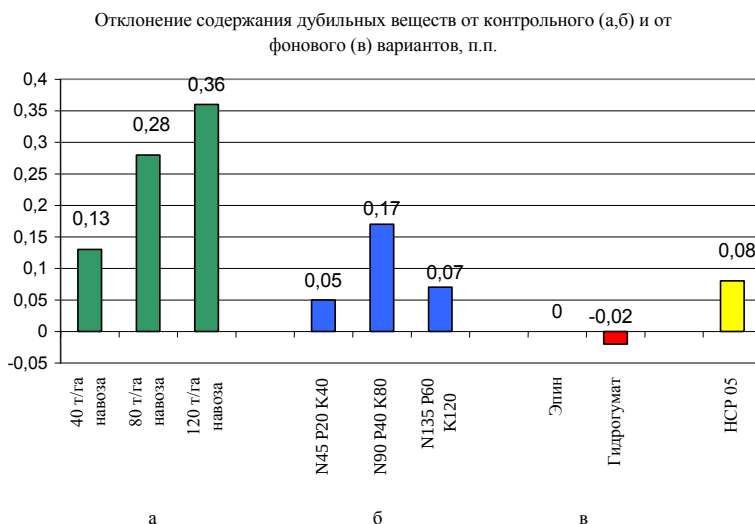


Рисунок 18 – Влияние средств химизации на содержание дубильных веществ в лекарственном сырье валерианы, среднее за 2000-2002 гг.

В среднем за 3 года навоз в дозах 40, 80 и 120 т/га обеспечивал математически доказуемое увеличение количества этих соединений, по сравнению с контролем, на 0,13, 0,28 и 0,36 п.п. В то время как применение $N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ повышало содержание дубильных веществ всего лишь на 0,05-0,17 п.п. Совместное применение NPK и навоза увеличивало этот показатель на 0,10-0,45%. Стимуляторы роста растений не влияли на содержание дубильных веществ.

Активными физиологическими веществами в лекарственном растительном сырье являются флавоноиды, которые встречаются как в свободном состоянии, так и в виде гликозидов, и представляют собой растительные пигменты. Это фенольные соединения, молекула которых состоит из двух ароматических колец и пропанового фрагмента. Флавоноиды имеют широкий спектр действия на организм. Фармакологические свойства их практически неограничены. Большинство из них обладает Р-витаминной активностью, т.е. способностью уменьшать хрупкость и проницаемость стенок капилляров. В настоящее время на основе флавоноидов получены препараты с ярко выраженными противовоспалительными и противоязвенными свойствами [206].

В наших исследованиях под действием минеральных удобрений в корнях и корневищах валерианы лекарственной содержание флавоноидов увеличивалось в среднем за 3 года на 0,09-0,16 п.п. (рис. 19).

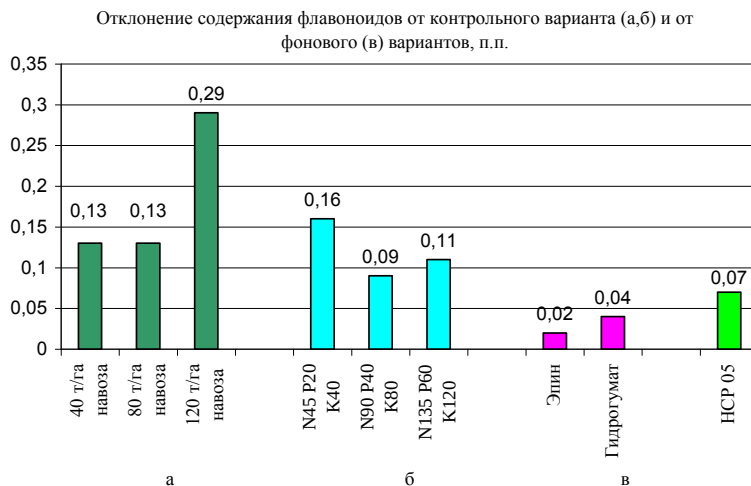


Рисунок 19 – Влияние удобрений и стимуляторов роста на содержание флавоноидов в лекарственном сырье валерианы, среднее за 2000-2002 гг.

Органические удобрения повышали этот показатель на 0,13-0,29 п.п. Наибольшее количество флавоноидов (0,90-0,97%) было отмечено на максимальном фоне органических удобрений

(120 т/га) при внесении минеральных удобрений $N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ и с дополнительной обработкой растений стимуляторами роста эпином и гидрогуматом (табл. 26). В тоже время одни стимуляторы роста не оказывали влияния на содержание флавоноидов.

Формирование качества лекарственного растительного сырья тесно связано с азотным обменом в растениях, в том числе и с превращениями нитратного азота.

При благоприятных условиях вегетации содержание нитратов в растениях незначительно и стабильно. Их количество резко возрастает при чрезмерном азотном питании, недостатке фосфора и калия, а также микроэлементов, при повышенной кислотности почв, в условиях недостаточного освещения, большого количества осадков и при других причинах. Избыточное содержание нитрат-ионов, поступающее с пищей, в тканях человеческого организма под воздействием ферментов превращается в ионы нитрита, отравляющие организм и нарушающие тканевой газообмен (метгемоглобинемия). Кроме того, нитриты могут реагировать с аминами с образованием нитрозоаминов, обладающими канцерогенными и мутагенными свойствами [15, 139, 185].

Содержание нитратов в растениеводческой продукции служит показателем качества при ее реализации. Количество нитратов в лекарственном растительном сырье не нормируется, поэтому доброкачественность сырья по этому показателю может быть оценена косвенно.

В наших исследованиях количество нитратов под действием органических удобрений в среднем за 3 года увеличивалась на 9,4-28,6 мг/кг. Минеральные удобрения ($N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$) повышали этот показатель менее значительно – на 1,6-8,9 мг/кг (рис. 20). Максимальное содержание нитратного азота отмечалось на вариантах с наибольшими дозами органических и минеральных удобрений. Увеличение, по сравнению с контролем, составило 56,6 мг/кг (табл. 26). Внесение эпина снижало количество нитратов на 9,9 мг/кг.

Принимая во внимание, что предельная норма потребления нитратов организмом человека в сутки составляет около 200 мг [185], получаем, что общее количество лекарственного растительного сырья валерианы лекарственной, потребляемое в течение

ние этого периода, должно достигать более 2 кг, что является абсолютно нереальным.

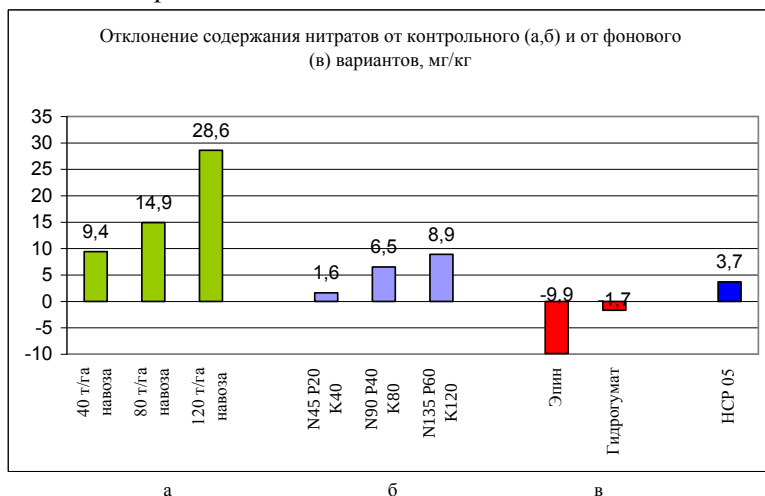


Рисунок 20 – Влияние удобрений и стимуляторов роста на содержание нитратов в лекарственном сырье валерианы, среднее за 2000-2002 гг

Таким образом, можно говорить о безопасном уровне содержания нитратов в корнях и корневищах валерианы лекарственной в наших опытах, несмотря на отсутствие ПДК.

4.1.3 Сбор физиологически активных веществ

Результирующим показателем возможности использования валерианы лекарственной для производства лекарственных средств является сбор физиологически активных веществ этой культурой, который зависит как от величины урожайности, так и от содержания этих веществ в корнях и корневищах. Применение средств химизации (удобрения и стимуляторы роста) на посадках валерианы лекарственной позволяет в значительной степени увеличить сбор таких веществ.

Под действием органических удобрений (40, 80, 120 т/га навоза) сбор экстрактивных веществ в среднем за 3 года возрос в 1,3, 2,0, 2,4 раза (табл. 27). Действие минеральных удобрений было менее эффективным, обеспечивая увеличение сбора в 1,2-

1,5 раза. Наиболее существенно сбор экстрактивных веществ увеличился от совместного применения органических и минеральных удобрений (в 1,6-3,3 раза), а при дополнительном применении эпина и гидрогумата в 3,4-3,8 раза.

Таблица 27 – Изменения сбора физиологически активных веществ в корнях и корневищах валерианы лекарственной, среднее за 2000-2002 гг., кг/га.

Вариант опыта	Экстрактивные вещества	Эфирные масла	Дубильные вещества	Флавоноиды
1. Контроль	874,6	27,8	20,9	14,6
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	1082,5	32,1	26,5	22,0
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	1199,4	37,0	30,9	20,8
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	1303,2	42,9	32,5	24,8
5. 40 т/га навоза – фон 1	1153,7	33,1	28,4	21,0
6. Фон 1 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	1396,0	40,5	35,7	25,4
7. Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	1573,0	48,6	37,1	30,8
8. Фон 1 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	1867,5	59,4	46,8	35,1
9. 80 т/га навоза – фон 2	1746,8	47,3	48,5	31,2
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	2104,2	57,1	60,1	39,6
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2533,8	74,9	74,3	47,3
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	2737,3	83,9	83,9	49,3
13. 120 т/га навоза – фон 3	2065,0	55,4	60,2	44,0
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	2318,6	62,4	69,5	52,1
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	2577,9	73,0	80,3	54,7
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	2851,0	96,2	93,4	64,4
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	3350,9	103,9	101,7	71,5
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гид- рогумат	3001,5	96,6	91,8	66,9

Сбор эфирных масел лекарственным растительным сырьем валерианы значительно возрастал под действием удобрений, достигая максимальных показателей на вариантах, где растения в полной мере были обеспечены питательными элементами и стимуляторами роста. Увеличение сбора этих физиологически

активных веществ составило 247-274%. От одних минеральных удобрений прирост достигал всего 15-54%, внесение органических удобрений увеличивало сбор на 19-99%.

Увеличение сбора дубильных веществ отмечалось по всем вариантам опыта, которое составляло: при применении минеральных удобрений 5,6-11,6, при применении навоза 7,5-39,3, при совместном применении навоза и NPK 14,8-72,5, а при дополнительной обработке стимулятором роста эпином – 80,8 кг/га.

Накопление флавоноидов в корнях и корневищах валерианы также стимулировалось применением средств химизации, увеличиваясь от органических удобрений на 6,4-29,4, от минеральных – на 7,4-10,2, от совместного применения навоза и NPK – на 10,8-49,8, а с дополнительным внесением стимуляторов – на 52,3-56,9 кг/га.

4.1.4 Вынос питательных элементов

Количество питательных элементов, находящихся в растениях на единице площади, определяется показателем общего выноса элементов минерального питания, который служит важной характеристикой при анализе процессов потребления минеральных веществ и формирования возможной урожайности.

В наших исследованиях в отдельные годы общий вынос элементов минерального питания растениями валерианы лекарственной был представлен, в первую очередь, калием и азотом, затем кальцием и фосфором и в конце – магнием. Эта закономерность характерна для отдельных сельскохозяйственных культур, характеризующихся использованием на технические цели (лен, сахарная свекла, рапс, картофель), которые в составе запасных питательных веществ содержат в первую очередь углеводы и жиры. Следует признать, что растения валерианы лекарственной также, в первую очередь, накапливают безазотистые органические соединения. Это, прежде всего, углеводы – полисахариды, которые формируют основу растительных тканей надземной и подземной частей растения (корни, корневища, ботва).

Удельный вынос питательных элементов является одной из важнейших характеристик, показывающих затраты элементов минерального питания на формирование единицы основной и

соответствующего количества побочной продукции. Существует мнение [95], что этот показатель является достаточно стабильным. Он мало зависит от условий окружающей среды, уровня почвенного плодородия, применяемых удобрений и других факторов и определяется, прежде всего, геномом растительного организма. Такой подход позволяет использовать его для расчета доз удобрений балансовым методом.

В наших исследованиях установлено, что с 1 тонной корней, корневищ и соответствующим количеством ботвы, валерианой лекарственной выносятся 28,5-33,5 кг азота, 14,5-19,9 кг фосфора, 35,4-47,5 кг калия, 20,6-25,1 кг кальция, 6,9-9,2 кг магния. Отмечено, что в среднем за 3 года под действием удобрений и стимуляторов роста удельный вынос питательных элементов возрастал и достигал, по сравнению с контролем, максимального прироста по азоту 4,8, по фосфору 2,6, по калию 5,8, по кальцию 1,4, по магнию 1,1 кг/га, что в процентном отношении составило по азоту 17, по фосфору 18, по калию 16, по кальцию 6 и по магнию 14% (табл. 28).

Таблица 28 – Влияние органических, минеральных удобрений и стимуляторов роста на удельный вынос элементов минерального питания растениями валерианы лекарственной, среднее за 2000-2002 гг.

Вариант опыта *	Удельный вынос, кг/на 1 т корней, корневищ и соответствующее количество ботвы				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	28,7	14,7	36,1	23,7	8,1
2	28,5	14,5	35,4	22,3	7,1
3	29,6	15,2	37,3	22,3	6,9
4	29,3	15,2	36,9	21,8	7,1
5	28,0	17,9	39,1	21,0	7,2
6	28,4	15,0	35,5	20,6	7,6
7	30,8	16,7	40,0	22,7	8,8
8	30,5	14,6	36,8	22,3	8,6
9	33,5	19,9	44,4	25,1	8,8
10	31,2	16,6	39,6	23,0	8,6
11	30,0	15,7	38,4	22,3	8,8
12	29,5	14,8	37,9	21,6	8,2

Продолжение таблицы 28

13	32,4	19,0	47,5	25,0	7,8
14	30,7	16,9	43,4	23,6	8,4
15	32,0	17,0	42,1	23,1	9,2
16	31,2	16,1	40,6	23,1	8,2
17	30,5	15,0	39,2	22,8	8,5
18	31,0	16,9	43,0	23,6	8,6

*В соответствии с таблицей 18

Наибольшее увеличение удельного выноса питательных элементов, по сравнению с контролем, обеспечивалось совместным применением органических и минеральных удобрений, которое составило по азоту 0,8-2,5, по фосфору 0,2-2,3, по калию 1,8-5,1, по магнию 0,1-1,1 кг/га.

Отсутствие некоторой стабильности удельного выноса по вариантам опыта может быть объяснено тем, что валериана лекарственная введена в культуру относительно недавно по сравнению с другими традиционными сельскохозяйственными растениями.

Природные ареалы распространения валерианы лекарственной бедны питательными почвенными элементами. Поэтому, попадая в условия высокой концентрации элементов минерального питания в доступном состоянии (варианты с применением удобрений), растения валерианы активно поглощали эти соединения, некоторая часть которых не использовалась для биосинтеза органического вещества и оставалась «в резерве», преимущественно в вакуолях клеток. Анализ химического состава растений валерианы фиксировал этот резерв, а расчеты удельного выноса на единицу продукции показывали несколько завышенные данные на вариантах с высоким уровнем применения средств химизации.

4.1.5 Коэффициенты использования валерианой лекарственной питательных веществ из удобрений

Агрономическая эффективность использования органических и минеральных удобрений сельскохозяйственными культурами может устанавливаться на основании коэффициента использования, который рассчитывается балансовым методом [4]. Он позволяет сравнить общий вынос питательных элементов растениями с их количеством, внесенным с удобрениями и, тем

самым, установить степень их использования. В то же время необходимо иметь ввиду некоторую условность этого показателя, так как потребление питательных элементов почвы на контрольном варианте и на вариантах с внесением удобрений происходит по-разному. Так, при применении азотных минеральных удобрений активизируется микробиологическая деятельность почвы, в результате чего она обогащается дополнительным количеством «экстра азота», который становится доступным для питания растений [162]. Такая же ситуация наблюдается и в отношении других элементов минерального питания. Поэтому коэффициенты использования удобрений, рассчитанные балансовым методом, дают несколько завышенные результаты, по сравнению с методом меченых атомов [162].

Тем не менее, балансовые коэффициенты потребления питательных веществ могут служить надежной характеристикой эффективности использования удобрений при расчете их в единых условиях полевого опыта.

В наших исследованиях использование питательных веществ из органических удобрений определялось их дозой. При применении 40 т/га навоза коэффициент использования азота, фосфора и калия в среднем за 3 года был минимальным. Потребление N, P, K было меньше, чем стандартные показатели на 14,8 и 31% соответственно, что можно объяснить низкой дозой удобрений (табл. 29). Наиболее высокие показатели использования питательных веществ из навоза получены при применении дозы 80 т/га (19, 26 и 29% соответственно). Повышение дозы органических удобрений до 120 т/га приводило к снижению коэффициента использования питательных веществ растениями валерианы лекарственной.

Эффективность использования питательных веществ из минеральных удобрений в меньшей степени зависела от их дозы. Она, прежде всего, определялась фоном органических удобрений, достигая весьма значительных показателей при дозе 120 т/га навоза – по азоту 32-47, по фосфору 14-37, по калию 29-48%.

Таблица 29 – Коэффициенты использования питательных веществ валерианой лекарственной из минеральных и органических удобрений, среднее за 2000-2002 гг.

Вариант опыта	Коэффициенты использования из удобрений, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Контроль	-	-	-
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	29	32	37
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	21	24	31
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	24	28	34
5. 40 т/га навоза – фон 1	6	17	14
6. Фон 1 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	45	11	37
7. Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	41	32	51
8. Фон 1 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	45	28	49
9. 80 т/га навоза – фон 2	19	26	29
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	45	11	45
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	47	31	60
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	44	29	59
13. 120 т/га навоза – фон 3	15	20	27
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	32	14	29
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	46	36	39
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	47	37	48
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	57	38	60
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидрогумат	46	36	48

Максимальные коэффициенты использования питательных веществ (N, P, K) из минеральных удобрений зафиксированы при дополнительной обработке растений стимулятором роста эпином – 57, 38 и 60%, что находится в пределах стандартных показателей (60, 20 и 60%). Исключение составляет фосфор.

Это можно объяснить особенностями биологии растений валерианы лекарственной, которая, на отмеченных вариантах, накапливает значительное количество физиологически активных соединений (гликозидов, эфирных масел, дубильных веществ, флавоноидов), активные формы которых содержат соединения фосфора [206], а, следовательно, коэффициент использования этого элемента из минеральных удобрений имеет высокий показатель. В целом, растения валерианы лекарственной можно от-

нести к группе культур с высокими коэффициентами использования питательных веществ из удобрений.

4.2 Пустырник пятилопастный

4.2.1 Урожайность лекарственного сырья

Данное лекарственное растение является многолетним, что позволяет получать лекарственное сырье несколько лет на одной плантации. В наших исследованиях в среднем по всем вариантам опыта максимальная продуктивность пустырника пятилопастного отмечена в первый год вегетации из трех (36%). По мере старения растений продуктивность их падала, но незначительно. На второй год она составила 33%, на третий – 31% (табл. 30).

Растения пустырника введены в культуру относительно недавно и в его геноме сохранилась информация о невысоком уровне обеспеченности элементами минерального питания природных биоценозов.

В связи с этим, в наших исследованиях установлено значительное влияние удобрений и стимуляторов роста на урожайность лекарственного растительного сырья этой культуры при многолетнем возделывании. Максимальная урожайность получена на вариантах, где в полной мере обеспечивались потребности растения в стимуляторах роста, легкодоступных питательных элементах (минеральные и органические удобрения) и в потенциально доступных элементах при минерализации органического вещества (навоз). Кроме того, роль органических удобрений проявляется в том, что они повышают микробиологическую активность почвы, улучшают условия выращивания, снабжают растения углекислым газом. Стимуляторы роста растений увеличивают устойчивость к неблагоприятным воздействиям внешней среды, усиливают приживаемость рассады в открытом грунте, изменяют направленность биохимических реакций в сторону активизации продукционных процессов.

Применение средств химизации позволило значительно повысить урожайность лекарственного растительного сырья пустырника. В сумме за три года получено от 48,8 до 85,9 ц/га, прибавка составила от 6,1 до 37,1 ц/га или 13-76%.

Таблица 30 – Влияние средств химизации на урожайность пшутырника пятилопастного, среднее за 2003 – 2006 гг.

Вариант опыта	1-ый год вегетации, 2003,2004,2006 гг.			2-ой год вегетации, 2004, 2005 гг.			3-ий год вегетации, 2005, 2006 гг.			Сумма за 3 года		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
1. Контроль	17,0	-	-	16,4	-	-	15,4	-	-	48,8	-	-
2. N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	20,2	3,2	19	17,1	0,7	4	17,6	2,2	14	54,9	6,1	13
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	23,2	6,2	37	18,7	2,3	14	18,1	2,7	17	60,0	11,2	23
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	25,6	8,6	51	18,5	2,1	13	19,3	3,9	25	63,4	14,6	30
5. Навоз – 40 т/га (фон 1)	20,0	3,0	18	20,2	3,8	23	18,5	3,1	20	58,7	9,9	20
6. Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	24,1	7,1	42	22,6	6,2	38	20,4	5,0	32	67,1	18,3	38
7. Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	25,4	8,4	50	24,1	7,7	47	21,8	6,4	42	71,3	22,5	46
8. Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	25,9	8,9	53	25,5	9,1	55	23,3	7,9	51	74,7	25,9	53
9. Навоз – 80 т/га (фон 2)	20,5	3,5	21	22,7	6,3	38	19,2	3,8	25	62,4	13,6	28
10. Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	24,6	7,6	45	25,3	8,9	54	22,9	7,5	49	72,8	24,0	49
11. Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	26,7	9,7	57	26,5	10,1	61	23,5	8,1	53	76,7	27,9	57
12. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	26,8	9,8	58	26,5	10,1	62	24,0	8,6	56	77,3	28,5	58
13. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	33,9	16,9	99	27,8	11,4	70	24,2	8,8	57	85,9	37,1	76
14. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	30,4	13,4	79	27,0	10,6	65	24,4	9,0	58	81,8	33,0	68
НСР 05	1,16			1,28			1,22					

Примечание – * - продуктивность, ц/га

2* - прибавка, ц/га

3* - прибавка, % к контролю

Анализируя структуру урожая по годам, отметим, что минеральные удобрения лучше действовали в первый год вегетации. Прибавка в этом случае достигла 52-58, во второй год 11-21, в третий год 24-36% от суммы за 3 года возделывания. Действие органических удобрений (40 и 80 т/га навоза) было более выровненным – 26 и 30, 38 и 46, 28 и 31% соответственно. Совместно внесенные органические и минеральные удобрения (навоз 40 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ и 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) обеспечило структуру прибавки в первый год 34-39%, во второй 27-37%, в третий 30-34%.

Таким образом, складывается впечатление, что минеральные удобрения кроме прямого действия, обладают и последствием, обеспечивая прирост урожайности во второй и третий год вегетации растений. Но это влияние обуславливается тем, что пустырник – многолетняя культура и обеспеченность элементами минерального питания в год внесения удобрений и высадки рассады проявилась в более интенсивном росте и развитии растений (особенно корневой системы). У многолетних культур во второй и третий год вегетации рост надземной части возобновляется за счет корней и корневищ, степень развития которых была, конечно, лучше на вариантах с первоначальным внесением минеральных удобрений.

Агрономическая эффективность применения средств химизации оценивается по ее окупаемости. При возделывании пустырника пятилопастного агрономически выгодным было внесение навоза в дозе 40 т/га как в сумме за 3 года, так и по каждому году исследований (табл. 31).

Окупаемость тонны органических удобрений в сумме за 3 года составило 24,8 кг сухой массы (от 7,5 до 9,5 кг по отдельным годам). Увеличение дозы органических удобрений до 80 т/га было неоправданным, так как это приводит к снижению окупаемости одной тонны навоза на 20-63% (табл. 28).

Применение одних минеральных удобрений имеет низкую агрономическую эффективность. Окупаемость в сумме за 3 года составила 6,2-7,1 кг сухой массы на кг NPK. Однако использование этих удобрений на фоне органических значительно повышает их эффективность – до 6,7-10,5 кг (40 тонн навоза) и до 6,3-13,0 кг (80 тонн навоза), а совместно со стимуляторами роста – до 8,1-10,0 кг сухой массы на кг NPK.

Таблица 31 – Окупаемость средств химизации при применении их на посадках пустырника пятилопастного, среднее за 2003 – 2006 гг., кг сухой массы на 1 тону навоза, на кг NPK

Вариант опыта	1-ый год вегетации, 2003, 2004, 2006 гг.		2-ой год вегетации, 2004, 2005 гг.		3-ий год вегетации, 2005, 2006 гг.		Сумма за 3 года	
	1 т навоза	1 кг NPK	1 т навоза	1 кг NPK	1 т навоза	1 кг NPK	1 т навоза	1 кг NPK
1. Контроль	0	-	0	-	0	-	0	-
2. N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀		4,0		0,9		2,8		7,0
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀		3,9		1,5		1,7		7,1
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀		3,7		0,9		1,6		6,2
5. Навоз – 40 т/га (фон 1)	7,5	-	9,5	-	7,8	-	24,8	-
6. Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀		5,1		3,0		2,4		10,5
7. Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀		3,4		2,5		2,1		8,0
8. Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀		2,5		2,2		2,0		6,7
9. Навоз – 80 т/га (фон 2)	4,8	-	7,9	-	4,8	-	17,5	-
10. Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀		5,1		3,3		4,6		13,0
11. Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀		3,9		2,4		2,7		9,0
12. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀		2,7		1,6		2,0		6,3
13. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин		5,8		2,1		2,1		10,0
14. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат		4,3		1,8		2,2		8,1

Рост уровня питания растений пустырника за счет увеличения доз минеральных удобрений не обеспечивал адекватной прибавки урожая. Поэтому окупаемость NPK была максимальной там, где применялась минимальная доза минеральных удобрений (за небольшим исключением). Причем эта закономерность сохраняется независимо от того, применялись ли минеральные удобрения одни или на навозном фоне. Так, увеличение дозы с $N_{30}P_{20}K_{30}$ до $N_{90}P_{60}K_{90}$ на безнавозном фоне снижало окупаемость минеральных удобрений в сумме за 3 года на 13%, на фоне 40 тонн навоза на 31-57%, на фоне 80 тонн навоза на 44-106%.

4.2.2 Качество лекарственного растительного сырья

Использование средств химизации явилось мощным фактором повышения не только урожайности лекарственных растений, но и качества продукции.

Производство лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного предусматривает определение основных качественных показателей. Одним из важнейших параметров является содержание экстрактивных веществ.

Это наиболее активные органические соединения, обуславливающие терапевтический эффект лекарственных растений. По требованиям фармакопеи для пустырника пятилопастного этот показатель должен составлять не менее 15% [43, 52].

В исследованиях отмечена высокая экстрактивность лекарственного сырья (табл. 32). Причем наиболее качественное было получено в первый год вегетации пустырника, где экстрактивность составила 23,2-36,7, а во второй – 21,2-29,4, и в третий – 18,8-27,0%, что соответственно в 1,5-2,4, в 1,4-2,0 и 1,3-1,8 раза выше требований фармакопеи. Как видно из представленных данных, чем позднее от времени внесения средств химизации возделывался пустырник, тем ниже экстрактивность сырья.

Применение минеральных удобрений в возрастающих дозах повысило экстрактивность в первый год вегетации на 1,1-1,4, во второй год – на 1,2-2,2, в третий год – на 1,2-2,6 процентных пунктов. Общеизвестно, что минеральные удобрения практически не обладают последствием и отмеченный эффект обуславливается тем, что в первый год вегетации многолетней культуры

Таблица 32 – Качество лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного, среднее за 2003-2006 гг., %, (органические соединения)

Вариант опыта	1-й год вегетации, 2003, 2004, 2006 гг.			2-ой год вегетации, 2004, 2005 гг.			3-ий год вегетации, 2005, 2006 гг.		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
1. Контроль	23,2	3,26	1,36	21,2	2,51	0,93	18,8	2,42	0,59
2. N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	24,5	3,45	1,90	22,4	2,61	1,09	20,0	2,76	0,71
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	24,3	3,67	2,53	23,4	2,80	1,17	20,1	2,73	0,75
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	24,6	3,83	2,51	23,4	2,66	1,26	21,4	2,82	0,87
5. Навоз – 40 т/га (фон 1)	28,4	3,57	2,23	23,4	2,68	1,50	20,9	2,50	0,99
6. Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	29,7	3,99	2,29	24,7	2,82	1,45	21,4	2,75	1,16
7. Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	30,5	4,32	2,48	26,2	2,92	1,69	22,3	2,82	0,70
8. Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	31,3	4,58	2,59	25,5	2,90	1,75	23,3	2,70	1,26
9. Навоз – 80 т/га (фон 2)	34,1	3,92	2,37	26,3	2,94	1,87	23,3	2,59	1,48
10. Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	34,1	4,21	2,57	26,9	3,05	2,04	24,3	2,80	1,56
11. Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	35,6	4,43	2,76	27,3	3,15	2,07	24,6	2,83	1,60
12. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	35,4	4,58	2,88	28,0	3,21	2,16	25,8	2,92	1,63
13. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	36,6	4,70	2,96	29,4	3,38	2,26	27,0	3,04	1,81
14. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	36,7	4,58	2,88	28,9	3,37	2,23	26,2	2,97	1,79
НСР 05	0,7	0,15	0,11	0,5	0,20	0,09	0,4	0,13	0,07

Примечание – 1* - экстрактивность,

2* - дубильные вещества,

3* - гликозиды

закладывается мощная корневая система, которая активно функционирует в последующие годы и оказывает влияние на рост и развитие растений пустырника.

С другой стороны, органические удобрения обладают последствием. На этих вариантах (40 и 80 т/га навоза) прирост экстрактивных веществ составил в первый год 5,2 и 10,9, во второй – 2,2 и 5,1 и в третий – 2,1 и 4,5 п.п. Это также связано с более развитой корневой системой в первый год после внесения органических удобрений.

Наиболее существенное влияние на экстрактивность оказало совместное применение органических и минеральных удобрений. Прирост экстрактивных веществ в 1-ый, 2-ой и 3-ий годы вегетации растений составил 10,9-12,2, 5,8-6,8, 5,5-7,0 п.п. соответственно. Дополнительное применение стимуляторов роста (эпин и гидрогумат) повышало максимальное значение показателя на 1,2 и 1,3, 1,4 и 0,9, 1,2 и 0,4 п.п.

Дубильные вещества пустырника пятилопастного представляют собой довольно неоднородную группу соединений, широко представленных в растительном мире. Они обладают терпким вкусом и образуют с белками нерастворимые комплексы. Данными веществами могут быть соединения, по своей химической природе являющиеся эфирами ароматических оксикарбоновых кислот и вещества, близкие к антоцианам и производным флавонола и флавонола.

Физиологическое значение этих соединений определено легкой окисляемостью, так как они могут быть «акцепторами» при дыхании и других окислительно-восстановительных процессах в клетке.

Дубильные вещества играют определенную роль в создании поверхностного слоя цитоплазмы и клеточных оболочек и участвуют в образовании древесины. Также они часто обладают бактерицидными свойствами, участвуют в регулировании и создании иммунитета у растений [90], в том числе и у пустырника пятилопастного. Количество накопленных дубильных веществ, влияет на фармакологические свойства и качество лекарственного растительного сырья.

В исследованиях установлено, что содержание дубильных веществ в лекарственном растительном сырье пустырника снижа-

лось по годам. В первый год вегетации растений оно составило 3,26-4,70, во второй – 2,51-3,38 и в третий – 2,42-3,04% (табл. 32). Повышение уровня минерального питания ($N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) привело к росту содержания дубильных веществ на 0,19-0,57 в первый, 0,10-0,29 во второй и 0,31-0,40 п.п. в третий год вегетации.

Органические удобрения (навоз 40 и 80 т/га) обеспечивали увеличение количества дубильных веществ в соответствии на 0,31 и 0,66; 0,17 и 0,43; 0,08 и 0,17 п.п.

Совместное использование органических и минеральных удобрений (навоз 80 т/га + $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$) привело к росту изучаемого показателя на 0,95-1,32, 0,54-0,70, 0,38-0,50 п.п.

Стимуляторы роста растений также увеличивали содержание дубильных веществ на 0,05-0,17 п.п.

Таким образом, максимальное количество дубильных веществ было получено на вариантах, где применялись органо-минеральная система удобрений с обработкой растений стимуляторами роста. Положительное действие средств химизации на содержание дубильных веществ во второй и третий годы обуславливалось как последствием органических удобрений, так и влиянием на рост корневой системы в первый год вегетации минеральных удобрений. Это обеспечило в последующие годы активное нарастание надземной массы и синтез дубильных веществ.

Гликозиды относятся к стероидным соединениям и содержатся в различных органах растений, но, как правило, их больше в верхушечных листьях и цветках, в том числе и в верхней части цветущего побега пустырника пятилопастного. Качественный состав гликозидов в разных органах растений, так же как и в различные периоды вегетации, неодинаков. Гликозиды, встречающиеся в растениях, представляют собой сложные вещества, образующиеся из сахаров (в основном из глюкозы) и одного или нескольких компонентов «несахаров» – агликонов. Это могут быть спирты неуглеводной природы, ароматические, гидроароматические стероиды и алкалоиды. В основном эти вещества, горькие на вкус, или со специфическим ароматом. Их образование связано с функцией углеводов в растениях. Они также считаются запасным материалом для синтеза сахаров и связанных с ними комплексов [186]. Наличие данных веществ характеризует фармацевтическую ценность лекарственного растительного сы-

рья, в том числе, и пустырника пятилопастного. Причем, чем больше концентрация гликозидов, тем выше качество сырья.

В исследованиях отмечено достаточно высокое содержание гликозидов в лекарственном растительном сырье. Наибольшее количество их было получено в первый год вегетации пустырника. Содержание гликозидов составило 1,36-2,96, во второй год 0,93-2,26 и в третий год 0,59-1,86% (табл. 32). По мере старения растений пустырника количество этих физиологически активных веществ уменьшается, и качество сырья снижается. Так, на контрольном варианте, где удобрения не применялись, содержание гликозидов во второй год уменьшилось на 32%, в третий год еще на 37%.

Применение минеральных удобрений в возрастающих дозах повысило содержание гликозидов на 0,54-1,17, 0,16-0,33, 0,12-0,28 п.п., соответственно в первый, второй и третий годы, но не смогло остановить падение содержания по годам.

Органические удобрения обладают последствием. Они оказали большое влияние на накопление гликозидов при многолетнем возделывании пустырника пятилопастного. В связи с чем на этих вариантах (40 и 80 т/га навоза) прирост содержания изучаемых веществ составил в первый год 0,87 и 1,01, во второй – 0,57 и 0,94, в третий – 0,40 и 0,89 п.п. Но на этих вариантах также отмечено падение качества сырья пустырника при старении растений.

Наиболее существенное влияние на содержание гликозидов оказало совместное применение органических и минеральных удобрений. Прирост составил 1,21 – 1,52, 1,11 – 1,23, 0,97 – 1,04 п.п. Стимуляторы роста растений повышали накопление гликозидов на 0,07-0,18 п.п. соответственно.

Элементарный химический состав растений представлен большим количеством элементов, которые относятся к группам органоенов и зольных. При сжигании лекарственных растений большая часть элементов остается в золе, определяя зольность лекарственного растительного сырья. Содержание таких элементов в растениях, в том числе и в пустырнике пятилопастном, колеблется в зависимости от биологических особенностей, их возраста и условий выращивания. Неодинаково ее количество и в разных органах и тканях растений [35,134]. Количество общей золы в лекарственном растительном сырье пустырника пятило-

пастного является показателем качества и по требованиям фармакопеи не должно превышать 13% , а количество золы, нерастворимой в 10% соляной кислоте – не более 6% [52].

В проведенных исследованиях установлено, что зольность лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного зависела от возраста растений (табл. 33). Так, в первый год жизни количество общей и нерастворимой золы в сырье по вариантам опыта составило 8,7-10,9 и 1,41-1,87, во второй – 7,5-9,2 и 1,02-1,88, в третий – 7,1-8,2 и 1,04 и 1,62%. Это значит, что с течением времени при старении пустырника содержание золы в лекарственном растительном сырье снижается, что вполне объяснимо с позиций минерального питания растений.

Высокая зольность является негативным фактором, так как уменьшает фармацевтическую ценность продукции. С этих позиций в опытах установлено отрицательное действие удобрений. Минимальная зольность была отмечена на контрольном варианте.

Повышение уровня минерального питания с $N_{30}P_{20}K_{30}$ до $N_{90}P_{60}K_{90}$ привело к росту содержания общей золы на 0,8-1,3, нерастворимой – на 0,37-0,50 п.п. в первый год жизни. Во второй и третий годы увеличение составило 1,3-1,4 и 0,33-0,51; 0,2-1,0 и 0,23-0,53 п.п. соответственно.

Внесение навоза в дозе 40 и 80 т/га способствовало приросту общей зольности на 0,1-0,9, нерастворимой золы на 0,04-0,24 п.п.

Максимальное количество общей и нерастворимой золы содержалось в лекарственном растительном сырье при совместном применении органических и минеральных удобрений. Прирост показателя по отдельным годам составил 0,8-2,2 и 0,21-0,86 п.п.

Одновременно следует указать, что стимуляторы роста (эпин и гидрогумат) снижали общую зольность на 0,1-0,7 и количество нерастворимой золы в лекарственном растительном сырье на 0,10-0,23 п.п.

Таблица 33 – Качество лекарственного растительного сырья средств пустыряника пятилопастного, среднее за 2003-2006 гг. (минеральные соединения)

Вариант опыта	1-ый год вегетации, 2003, 2004, 2006 гг.			2-ой год вегетации, 2004, 2005 гг.			3-ий год вегетации, 2005, 2006 гг.		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
1. Контроль	8,7	1,41	181	7,5	1,02	20	7,1	1,04	10
2. N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	9,6	1,78	199	8,8	1,35	26	7,3	1,27	13
3. N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	9,5	1,79	221	8,9	1,51	32	7,5	1,50	18
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,0	1,91	225	8,9	1,53	48	8,1	1,57	20
5. Навоз – 40 т/га (фон 1)	9,6	1,47	210	8,2	1,12	46	7,2	1,08	18
6. Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	10,1	1,48	231	8,8	1,35	54	7,7	1,31	21
7. Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	10,3	1,49	227	8,8	1,44	65	7,8	1,46	29
8. Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,5	1,65	246	9,0	1,57	78	8,2	1,51	35
9. Навоз – 80 т/га (фон 2)	9,6	1,55	212	8,3	1,26	92	7,5	1,25	30
10. Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	10,3	1,62	246	8,8	1,49	86	7,9	1,47	32
11. Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	10,6	1,78	282	9,0	1,71	92	7,9	1,55	38
12. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	10,9	1,87	307	9,2	1,88	102	8,1	1,62	42
13. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ +эпин	10,6	1,64	273	8,5	1,66	85	8,0	1,47	36
14. Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	10,8	1,74	284	8,6	1,78	89	8,1	1,48	39
НСР 05	0,25	0,10	18	0,10	0,15	13	0,15	0,12	14

Примечание – 1* - общая зола, %,

2* - зола, нерастворимая в 10% соляной кислоте, %,

3* - нитраты, мг/кг сухой массы.

В целом, обобщая полученный материал о данному направлению, следует отметить, что минеральные и органические удобрения повышают зольность лекарственного сырья в чем проявляется их отрицательное влияние на его качество. Но, принимая во внимание тот факт, что они одновременно увеличивают урожайность пустырника пятилопастного, улучшают другие качественные характеристики лекарственного сырья, а показатель зольности не превышает предельных концентраций, роль этих средств химизации должна быть оценена весьма положительно.

Одной из доступных форм азотного питания растений является нитратный азот. Для растительных организмов нитраты не токсичны. Они могут аккумулироваться, а растения при этом развиваются даже при очень высокой их концентрации. Нитраты в клетках распределены в цитоплазме (активное состояние) и вакуолях (пассивное).

Высокое содержание этих соединений в вакуолях безвредно для растительной ткани, что нельзя сказать об организме человека и животных [14, 90]. Степень аккумуляции нитратного азота в растениях зависит от вида и сорта растений, фазы их вегетации, погодных условий, уровня минерального питания растений, соотношения макро- и микроэлементов в почве. Например, однолетние культуры накапливают больше нитратов, чем многолетние, к которым относится и пустырник пятилопастный. Есть данные, что их максимальное количество отмечается при использовании натриевой, калиевой и аммиачной селитры, гораздо меньше – сульфата аммония, мочевины и кальциевой селитры [14, 121]. Поэтому интенсификация сельскохозяйственного производства и увеличение доз азотных удобрений делают очень важной проблему избыточного накопления нитратной формы азота в растениеводческой продукции, и особенно в лекарственном растительном сырье, каким является пустырник пятилопастный. Установлено (табл. 33), что при старении растений пустырника содержание нитратов в нем резко снижается. На контроле, там, где удобрения не применялись, количество нитратного азота во второй год вегетации, по сравнению с первым, уменьшилось почти в 9 раз, а затем, в третий год – еще в 2 раза.

Минеральные удобрения в первый год вегетации повышали содержание нитратов на 18-44 мг/кг. Во второй и третий годы на

этих вариантах прирост нитратного азота не отмечался (прибавки в пределах НСР₀₅).

Органические удобрения обладают более существенным действием. В первый год вегетации они увеличивали количество нитратов на 29-31, во второй год – на 26-72, в третий год – всего на 10-20 мг/кг (недостоверно).

При органо-минеральной системе нитраты накапливались еще более активнее. Прирост соответственно составил 46-126, 34-82 и 11-32 мг/кг.

Следует отметить возможность стимуляторов роста (эпин и гидрогумат) снижать накопление нитратов в лекарственном растительном сырье пустырника. В первый год на 23-34, во второй – на 13-17, в третий всего на 3-6 мг/кг (недостоверно). Это связано с возможностью стимуляторов активизировать обменные процессы в растениях, которые требуют для интенсивного роста дополнительное количество азотных соединений. Нитраты подвергались процессам редукции, превращались в аммиачный азот и использовались для биосинтеза первичных и вторичных аминокислот, которые образовывали молекулы белка.

Таким образом, вторым негативным моментом в действии минеральных и органических удобрений на качество сырья пустырника является их способность повышать концентрацию нитратов. Однако необходимо учитывать, что это отрицательное влияние удобрений практически затухает во второй и третий год вегетации пустырника, а совместное применение с ними стимуляторов роста снижает содержание нитратного азота, начиная уже с первого года вегетации. Это еще раз подчеркивает необходимость комплексного применения средств химизации и особую роль в этой системе физиологически активных веществ.

Кроме того, как и в отношении растительного сырья валерианы лекарственной, ввиду отсутствия ПДК (предельно допустимое количество) на нитраты в сырье пустырника пятилопастного, можно применить расчет возможного потребления в сутки травы пустырника. Он показал, что при существующей концентрации нитратов в сырье пустырника, для получения нитратного отравления необходимо использовать в сутки около одного килограмма сухого растительного сырья, что абсолютно нереально. Следовательно, можно говорить о безопасном уровне содер-

жания нитратов в лекарственном растительном сырье пустырника пятилопастного при применении средств химизации, используемых в наших опытах.

4.2.3 Сбор физиологически активных веществ пустырника пятилопастного

Эффективность использования пустырника пятилопастного для производства лекарственных средств определяется общим сбором физиологически активных веществ. Величина данного показателя зависит от содержания этих соединений в лекарственном растительном сырье и от продуктивности растений и может регулироваться применением средств химизации.

В наибольшей степени в сырье пустырника пятилопастного представлены экстрактивные вещества, общий сбор которых в сумме за 3 года достигал на лучших вариантах более двух с половиной тонн с одного гектара. Запас дубильных веществ составлял 134-327, гликозидов 48-221 кг/га. Структура сбора ФАВ складывалась в пользу первого года вегетации, что связано с максимальной урожайностью и наибольшим содержанием физиологически активных веществ в сырье. По экстрактивным веществам на долю первого года приходится 40-46% от общего сбора за 3 года, по дубильным веществам – 41-49%, по гликозидам – 42-59% (табл. 34).

Возделывание пустырника пятилопастного в течение трех лет на одной плантации без средств химизации приводит к естественному старению растений, что вызывает снижения сбора физиологически активных веществ. Так, на контрольном варианте, где удобрения не применялись, во второй год вегетации сбор экстрактивных веществ снизился на 13, в третий – еще на 20%, дубильных веществ – на 34 и 11%, гликозидов на 44 и 78% соответственно.

Падение естественного запаса ФАВ в сырье пустырника пятилопастного с течением времени может быть остановлено путем применения средств химизации. Так, внесение минеральных удобрений в дозах $N_{30-90}P_{20-60}K_{30-90}$ увеличивает сбор экстрактивных веществ в первый год вегетации на 65-236, во второй – на 35-85 и в третий – на 62-123 кг/га. Сбор дубильных веществ повышался соответственно на 15-43, 4-11 и 12-17 кг/га, сбор гликозидов на 15-41, 6-16 и 3-6 кг/га.

Таблица 34 – Сбор физиологически активных веществ пустырника пятилопастного, кг/га (среднее за 2003–2006 гг.)

Вариант опыта *	1-ый год вегетации, (2003, 2004, 2006 гг)			2-ой год вегетации, (2004, 2005 гг)			3-ий год вегетации, (2005, 2006 гг)			Сумма за 3 года		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	394	55	23	348	41	16	290	37	9	1032	134	48
2	495	70	38	383	45	22	352	49	12	1230	163	73
3	564	85	59	438	49	27	364	49	14	1365	187	99
4	630	98	64	433	52	32	413	54	17	1476	202	113
5	568	71	45	473	54	30	387	46	18	1427	172	93
6	716	96	55	558	64	35	437	56	24	1711	216	114
7	775	110	63	631	70	43	486	62	15	1892	242	121
8	811	119	67	650	74	45	543	63	29	2004	256	142
9	699	80	49	597	67	38	447	50	28	1744	197	115
10	839	104	63	681	77	50	557	64	36	2076	245	149
11	951	118	74	724	84	55	578	67	38	2252	268	167
12	949	123	77	742	85	58	619	70	39	2310	278	174
13	1241	159	100	803	94	76	634	74	44	2678	327	221
14	1116	139	88	794	91	68	659	72	44	2568	302	199

Примечание: * - варианты в соответствии с таблицей 33;

1 - экстрактивные вещества,

2 - дубильные вещества,

3 - гликозиды.

Применение навоза также повышало сбор ФАВ. Экстрактивных веществ на 174-305 в первый год вегетации, на 125-245 во второй и на 97-157 кг/га в третий. Дубильных веществ соответственно на 16-25, 13-26 и 9-13 кг/га. Гликозидов на 22-26, 14-22 и 9-19 кг/га.

Максимальная эффективность в повышении сбора физиологически активных веществ была отмечена на вариантах с органоминеральной системой удобрений с дополнительной обработкой растений стимуляторами роста. Сбор экстрактивных веществ увеличился в первый год вегетации в 2,8-3,1 раз, во второй в 2,3 и в третий в 2,2-2,3 раза, дубильных веществ – в 2,5-2,9, 2,2-2,3, 1,9-2,0 раза, гликозидов – в 3,8-4,3, 4,3-4,8 и 4,9 раз соответственно.

Таким образом, естественная фармацевтическая ценность лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного, связанная с накоплением физиологически активных веществ, может быть существенно повышена за счет увеличения сбора экстрактивных, дубильных веществ и гликозидов. Это достигается применением современной системы удобрений, которая включает в себя минеральные, органические удобрения и стимуляторы роста растений.

4.2.4 Хозяйственный вынос элементов минерального питания лекарственным растительным сырьем

Общее количество питательных элементов, используемое культурой для образования всей биомассы (корни, стебли, побеги, листья, цветки и т.п.), представляет собой биологический вынос [4]. Хозяйственный вынос питательных элементов это то количество, которое отчуждается с поля с урожаем. В отношении пустырника пятилопастного это цветущие побеги длиной 40-50 см и толщиной не более 0,5 см (требования фармакопеи) [52]. Естественно, что это только часть биологического выноса, но его характеристика имеет большое значение, так как она может стать основой разработки системы удобрений этой культуры балансовым методом.

В исследованиях установлено (табл. 35), что в сумме за 3 года хозяйственный вынос элементов минерального питания пустырником представлен в первую очередь азотом 81,1-190,6 кг/га.

Таблица 35 – Влияние средств химизации на хозяйственный вынос элементов минерального питания лекарственным растительным сырьем пустырника пятилопастного, кг/га (в среднем за 2003 – 2006 гг.)

Вариант опыта *	1-ый год вегетации, (2003, 2004, 2006 гг.)					2-ой год вегетации, (2004, 2005 гг.)					3-ий год вегетации, (2005, 2006 гг.)					В сумме за 3 года				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	38,2	18,5	22,4	1,0	1,2	26,5	20,3	20,9	0,7	0,7	16,4	13,0	16,8	0,7	0,5	81,1	51,8	60,1	2,4	2,4
2	48,1	25,6	28,3	1,2	1,6	32,8	22,1	23,0	0,9	0,7	21,0	15,6	17,9	0,9	0,5	101,9	63,3	69,2	3,0	2,8
3	57,2	38,4	31,5	1,7	1,8	33,8	25,5	25,4	1,0	0,8	23,0	18,3	19,5	1,8	0,6	114,0	82,2	76,4	4,5	3,2
4	64,3	42,4	35,3	1,8	2,1	39,1	26,4	26,1	1,1	0,9	23,4	19,0	20,5	0,9	0,7	126,8	87,8	81,9	3,8	3,7
5	49,2	27,5	26,6	1,4	1,5	42,1	28,4	26,0	1,1	0,8	21,8	20,8	20,7	1,1	0,8	113,1	76,7	73,3	3,6	3,1
6	60,4	37,9	32,0	1,7	1,7	51,0	35,9	30,1	1,2	1,0	26,7	22,9	22,9	1,3	0,9	138,1	96,7	85,0	4,2	3,6
7	67,3	49,1	35,2	1,9	2,1	55,2	40,4	31,6	1,3	1,2	31,7	29,9	24,8	1,2	1,1	154,2	119,4	91,6	4,4	4,4
8	75,0	49,6	37,8	1,9	2,2	60,6	44,0	34,1	1,5	1,3	33,9	34,7	26,0	1,3	0,8	169,5	128,3	97,9	4,7	4,3
9	51,4	29,7	27,3	1,6	1,6	48,8	38,7	29,5	1,3	1,0	24,4	21,5	21,4	1,2	0,9	124,6	89,9	78,2	4,1	3,5
10	59,7	46,8	32,4	1,8	1,9	56,0	43,9	33,6	1,1	1,2	31,6	29,7	24,2	1,1	0,9	147,3	120,4	90,2	4,0	4,0
11	73,0	52,1	35,6	2,0	2,3	58,9	48,2	36,3	1,4	1,4	32,5	32,5	24,7	1,0	1,0	164,4	132,8	96,6	4,4	4,7
12	75,1	54,7	38,3	2,1	2,3	63,0	48,7	35,9	1,9	1,5	34,0	31,9	28,5	1,1	1,0	172,1	135,3	102,7	5,1	4,8
13	86,9	70,7	50,5	2,6	2,7	68,2	52,4	38,3	2,0	1,6	35,5	33,0	29,0	1,2	1,1	190,6	156,1	117,8	5,8	5,4
14	79,5	62,6	46,4	2,4	2,4	64,7	50,6	37,1	1,8	1,6	35,1	32,6	28,1	1,1	1,0	179,3	145,8	111,6	5,3	5,0

Примечание: * - варианты в соответствии с таблицей 33

Затем идет хозяйственный вынос фосфора 51,8-156,1 и калия 60,1-117,8 кг/га. Цветущие побеги пустырника очень мало выносят кальция (2,4-5,8 кг/га) и магния (2,4-5,4 кг/га).

Использование различных средств химизации оказало существенное влияние на изменение выноса питательных элементов пустырником. Максимальное увеличение показателя наблюдалось у растений, выращенных при совместном внесении органических и минеральных удобрений с дополнительной обработкой рассады стимуляторами роста (гидрогумат и эпин). В сумме за 3 года увеличение хозяйственного выноса по азоту, фосфору, калию, кальцию и магнию составило 66,2-109,5, 68,6-104,3, 30,1-57,7, 1,6-3,4 и 1,6-3,0 кг/га. Применение органических и минеральных удобрений без стимуляторов роста, так же как и одних органических и одних минеральных удобрений, приводило к меньшему повышению хозяйственного выноса элементов минерального питания растениями пустырника.

Структура хозяйственного выноса по годам вегетации (рис.21) свидетельствует о том, что большая часть выноса элементов минерального питания представлена в первый год вегетации (от 39 до 51% от суммы за 3 года).

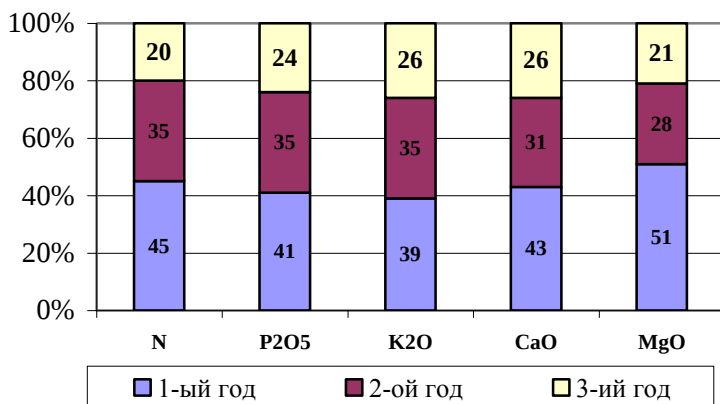


Рисунок 21 – Структура хозяйственного выноса элементов минерального питания, в сумме за годы вегетации, %

По мере старения растений пустырника во второй год вегетации прослеживается снижение хозяйственного выноса по азоту на 10, по фосфору на 6, по калию на 4, по кальцию на 12 и по магнию на 23%, а в третий год – соответственно на 15, 11, 9, 5 и 7%.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

В современных условиях развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь одной из актуальных задач является повышение экономической эффективности его функционирования и, прежде всего, за счет применения научно-обоснованной системы возделывания сельскохозяйственных культур. Важнейшим элементом этой системы является использование средств химизации [32, 212].

Наряду с возделыванием традиционных полевых культур в последние годы уделяется внимание выращиванию лекарственных трав с целью полного обеспечения потребности фармацевтической промышленности республики в этом виде растительного сырья. Все больше и больше сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств, владельцев личных и приусадебных участков приступают к возделыванию лекарственных растений. Наряду с технологиями возделывания этих культур, которые в последние годы получили определенное развитие, вопросы экономики выращивания лекарственных трав требуют дополнительного изучения [120, 123, 145].

В связи с вышеизложенным возникает вопрос, насколько экономически выгодно возделывание лекарственных растений в условиях республики при интенсивной химизации, связанной с применением удобрений и стимуляторов роста растений?

В исследованиях, проведенных на дерново-подзолистых почвах, установлена возможность получения очень высокого урожая лекарственного растительного сырья, который на лучших вариантах в опытах с валерианой лекарственной достигал 75,3, с пустырником пятилопастным – 85,9 ц/га. Это намного выше, чем урожайность в производственных условиях в сельскохозяйственных предприятиях республики [177, 176, 67]. Предлагаемая технология применения средств химизации, которая включает в себя комплексное использование навоза, минеральных удобрений и стимуляторов роста растений, обеспечивает прибавку урожая до 52,1 ц/га на посадках валерианы и до 35,9 ц/га на посадках пустырника (табл. 36, 37).

Таблица 36 – Экономическая эффективность применения средств химизации под валериану лекарственную, 2000-2002 гг., среднее

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость приваки, тыс. руб/га	Дополнительные затраты, тыс. руб/га			Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
			Приобретение и внесение удобрений	Уборка и обработка доп. продукции	Всего		
1. Контроль	-	-	-	-	-	-	-
2. N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	4,7	2820	60	1040	1100	1720	156
3. N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	5,7	3420	120	1226	1346	2074	154
4. N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	10,3	6180	180	2054	2234	3946	177
5. Фон 1 - навоз 40 т/га	4,4	2640	440	892	1332	1308	98
6. Фон 1 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	11,1	6660	500	1998	2498	4162	167
7. Фон 1 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	13,9	8340	560	2502	3062	5278	172
8. Фон 1 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	21,8	13080	620	3924	4544	8536	188
9. Фон 2 - навоз 80 т/га	17,9	10740	880	3222	4102	6638	162
10. Фон 2 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	26,9	16140	940	4842	5782	10358	179
11. Фон 2 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	36,7	22020	1000	6606	7606	14414	189
12. Фон 2 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	43,4	26040	1060	7812	8872	17168	193
13. Фон 3 - навоз 120 т/га	24,6	14760	1320	4428	5748	9012	157
14. Фон 3 + N ₄₅ P ₂₀ K ₄₀	31,1	18660	1380	5598	6978	11682	167
15. Фон 3 + N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	37,6	22560	1440	6768	8208	14352	175
16. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀	46,0	27600	1500	8280	9780	17820	182
17. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + эпин	52,1	31260	1580	9378	10958	20302	185
18. Фон 3 + N ₁₃₅ P ₆₀ K ₁₂₀ + гидроумат	45,8	27480	1537	8244	9781	17699	181

Таблица 37 – Экономическая эффективность применения средств химизации под пустырник пятилопастный, 2003 - 2005 гг., среднее

Вариант опыта	Прибавка, ц/га	Стоимость прибавки, тыс. руб/га	Дополнительные затраты, тыс. руб/га			Чистый доход, тыс. руб/га	Рентабельность, %
			Приобретение и внесение удобрений	Уборка и доработка доп. продукции	Всего		
Контроль	-	-	-	-	-	-	-
N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	5,3	1060	75	641	716	344	48
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	10,7	2140	150	742	892	1247	140
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	11,9	2380	225	766	991	1388	140
Навоз 40 т/га (фон 1)	10,5	2100	630	737	1367	732	54
Фон 1 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	19,3	3860	705	928	1633	2227	136
Фон 1 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	22,7	4540	780	990	1770	2769	156
Фон 1 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	26,4	5280	855	1072	1927	3353	174
Навоз – 80 т/га (фон 2)	12,1	2420	960	1071	2031	388	19
Фон 2 + N ₃₀ P ₂₀ K ₃₀	22,9	4580	1335	999	2334	2246	96
Фон 2 + N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	27,2	5440	1410	1094	2504	2935	117
Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	27,5	5500	1485	1099	2584	2915	113
Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + эпин	35,9	7180	1515	1273	2788	4391	157
Фон 2 + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + гидрогумат	31,4	6280	1500	1180	2680	3599	134

Ввиду того, что растительное сырье лекарственных растений имеет высокую закупочную цену (6 млн. рублей за тонну корней и корневищ валерианы лекарственной и 2 млн. рублей за тонну травы пустырника), в опытах получена очень значительная стоимость прибавки. На посадках валерианы она составила 2820-31260 тыс. рублей, пустырника пятилопастного – 1060-7180 тыс. рублей на гектар.

Это гораздо выше, чем при возделывании традиционных полевых культур.

В то же время применение средств химизации при возделывании лекарственных растений связано со значительными дополнительными затратами. Прежде всего это стоимость самих удобрений и стимуляторов роста растений, затраты на подготовку к их внесению и внесение. Много средств уходит на уборку и доработку дополнительно полученной продукции, так как основные технологические процессы не механизированы и требуют ручного труда. Для валерианы лекарственной это прежде всего погрузка, значительные транспортные расходы на перевозку сырой и загрязненной продукции (из 8 тонн исходного сырья получается около тонны кондиционного), отмывка, сушка, сортировка, размол, просеивание. Для пустырника пятилопастного – ручная уборка цветущих побегов, сбор, ручная погрузка, перевозка, сушка, сортировка, размол, просеивание. Таким образом, дополнительные затраты при применении средств химизации в наших исследованиях составили на посадках валерианы 1100-10958 тыс. рублей, на посадках пустырника – 716-2680 тыс. рублей на гектар, из них на уборку и доработку дополнительно полученной продукции для первой культуры – 1040-9378 тыс. рублей, второй – 641-1273 тыс. рублей на гектар, что в структуре дополнительных затрат соответственно составило 67-95 и 43-89%.

Тем не менее применение средств химизации при возделывании лекарственных растений имеет высокую экономическую эффективность. Чистый доход на посадках валерианы составил 1720-20320 тыс. рублей, на посадках пустырника – 344-4391 тыс. рублей на гектар, а уровень рентабельности 98-193 и 19-174% соответственно. Наибольшую экономическую эффективность обеспечивали максимальные дозы органических и минеральных удобрений с дополнительной обработкой рассады стимуляторами роста растений

(эпин). Использование средств химизации по отдельности и без стимуляторов роста имело гораздо меньшую эффективность.

Таким образом, экономическая эффективность применения средств химизации при возделывании лекарственных растений очень высокая. Она намного превышает эффективность использования удобрений и стимуляторов роста растений при выращивании традиционных полевых культур, прежде всего, ввиду высокой стоимости лекарственного растительного сырья. Однако возделывание лекарственных растений требует значительных затрат. Поэтому их выращивание оправдано в условиях высокоэффективных сельскохозяйственных предприятий, а также и в других, имеющих свободные оборотные средства или возможность получения кредитных ресурсов. Дальнейшее повышение эффективности применения средств химизации при возделывании лекарственных культур связано с механизацией основных технологических процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выращивание лекарственных растений в условиях культуры в агроценозах является высокоэффективной технологией получения лекарственного растительного сырья. Она имеет многие преимущества перед заготовкой растений в естественной среде. Это возможность регулирования формирования урожайности и качества продукции путем применения современных методов обработки почв, внесения удобрений, средств защиты растений, эффективное использование почвенного плодородия, системы машин и механизмов, получение значительного чистого дохода и высокого уровня рентабельности. Немаловажным является и факт сохранения природного биоразнообразия белорусской флоры. Технология возделывания лекарственных растений в агроценозах должна базироваться на глубоких знаниях физиологических и биохимических явлений, протекающих в растительных организмах для создания теории продукционного процесса.

В результате многолетних полевых исследований с лекарственными растениями на дерново-подзолистой почве установлено:

- развитие продукционного процесса лекарственных растений обуславливается их биологическими особенностями. У валерианы лекарственной в агроценозах накопление органического вещества и нарастание листовой поверхности происходит в течение всего периода вегетации до уборки в октябре месяце, а образование фотосинтетических пигментов (хлорофилла) прекращается в сентябре в фазу полной прикорневой розетки листьев, а каротиноидов в октябре при уборке. Активность продукционного процесса может быть значительно повышена за счет применения средств химизации. Навоз 120 т/га, $N_{135}P_{60}K_{120}$ и стимуляторы роста растений эпин и гидрогумат увеличивают накопление сухого вещества в 1,8-3,1 раза, индекс листовой поверхности на 1,1-2,9 единицы, образование хлорофилла на 38-61%, хлорофилловый индекс на 29,8-138,0 кг/га;

- накопление органического вещества и формирование фотосинтетического потенциала растениями пустырника пятилопастного происходит вплоть до уборки в сентябре месяце, нарастание листовой поверхности и образование хлорофилла заканчивается в августе, Применение средств химизации (80 т/га на-

воза, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и стимуляторы роста растений эпин, гидрогумат) позволяет значительно активизировать продукционный процесс. Образование органического вещества усиливается в 2,6-3,1 раза, формирование ассимиляционной поверхности листьев – 2,2-2,7 раз, синтез хлорофилла – в листьях на 47-79%, в стеблях на 4-124%, образование каротиноидов в листьях на 0,12-0,27 п.п., в стеблях – 0,13-0,25 п.п. Происходит увеличение хлорофиллового индекса в 2,8-4,2 раза, активности каталазы в листьях на 16-32%;

- изменение физиологических и биохимических параметров лекарственных растений в течение вегетации лежит в основе формирования их продуктивности. Урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной находится в очень тесной прямой связи с показателями продукционного процесса. Это общая биомасса, фотосинтетический потенциал, содержание хлорофилла в листьях, хлорофилловый индекс. Связь несколько меньшей силы имеется с индексом листовой поверхности и содержанием каротиноидов в листьях. Урожайность лекарственного растительного сырья пустырника пятилопастного также имеет очень тесную прямую связь с содержанием хлорофилла и каротиноидов в листьях этого растения, общей биомассой, фотосинтетическим потенциалом, индексом листовой поверхности, хлорофилловым индексом. Менее тесная связь отмечена с содержанием хлорофилла, каротиноидов в стеблях пустырника и с активностью каталазы в листьях;

- потребление питательных элементов – азота, фосфора, калия, кальция и магния растениями валерианы лекарственной происходит в течение всего периода роста и развития этой культуры, достигая максимальных показателей к концу вегетации – сентябре и октябре (фаза полной прикорневой розетки листьев, период уборки). Совместное применение навоза в дозе 120 т/га с минеральными удобрениями $N_{135}P_{60}K_{120}$ и с обработкой растений стимуляторами роста эпином и гидрогуматом является мощным средством активизации процессов поступления питательных элементов в растение, увеличивая, по сравнению с контролем, потребление азота на отдельных фазах роста и развития на 82-246, фосфора – на 83-254, калия – на 83-257, кальция – на 77-212 и магния – на 84-240%. Потребление питательных элементов растениями пустырника пятилопастного также продолжается в

течение всей вегетации. Применение средств химизации (80 т/га навоза, $N_{90}P_{60}K_{90}$ и стимуляторы роста растений эпин, гидрогумат) усиливает потребление азота в 2,2-3,4, фосфора в 2,1-3,0, калия в 1,8-4,1, кальция в 1,5-2,7 и магния в 2,0-2,3 раза;

- использование удобрений и стимуляторов роста растений является важнейшим фактором повышения урожайности корней и корневищ валерианы лекарственной. Наиболее высокая прибавка получается там, где в полной мере применяются средства химизации – навоз 120 т/га, $N_{135}P_{60}K_{120}$ и обработка стимулятором роста растений эпином – 52,1 ц/га или 225% к контролю. Внесение навоза (40, 80, 120 т/га) и $N_{45}P_{20}K_{40}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $N_{135}P_{60}K_{120}$ без стимуляторов, а также применение одних органических или одних минеральных удобрений, менее эффективно. Прибавка в первом случае составляет 11,1-46,0 ц/га (48-198%), во втором – 4,4-24,6 ц/га (19-106%), в третьем – 4,7-10,3 ц/га (20-44%);

- урожайность лекарственного сырья пустырника пятилопастного в сумме за 3 года под действием органических, минеральных удобрений с дополнительной обработкой стимуляторами роста возросла на 33,0-37,1 ц/га (68-78% к контролю), использование органических удобрений обеспечило прибавку соответственно 9,9-13,6 ц/га и 20-28%, минеральных 6,1-14,6 ц/га и 13-30%;

- в исследованиях установлен положительный синергизм в действии средств химизации, когда прибавка от комплексного их применения превышает сумму прироста урожайности от отдельных видов. Положительное действие одного вида усиливается положительным действием других видов средств химизации;

- варианты опыта, обеспечивающие максимальную прибавку урожайности, являются и наиболее эффективными в отношении улучшения качества лекарственного растительного сырья валерианы, увеличивая экстрактивность на 5,8-6,8, содержание эфирных масел на 0,18-0,20, количество флавоноидов на 0,32-0,34, дубильных веществ на 0,43-0,45 п.п. Под действием средств химизации экстрактивность лекарственного сырья пустырника пятилопастного возрастает в 1,4-1,6, содержание дубильных веществ увеличивается в 1,2-1,5, количество гликозидов – в 2,1-3,1 раза. В то же время применение средств химизации имеет и негативную сторону: увеличивается зольность и содержание нитратов в лекарственном рас-

тительном сырье, однако эти увеличения не превышают безопасный уровень. Установлена положительная роль стимуляторов роста растений, которые снижают зольность лекарственного растительного сырья и содержание в нем нитратов;

- валериана лекарственная является культурой с высоким уровнем потребления питательных элементов из органических и минеральных удобрений, коэффициенты использования которых из навоза достигают 19% по азоту, 26% по фосфору и 29% по калию, из минеральных удобрений – 57, 38 и 60% соответственно.

- применение средств химизации на посадках валерианы лекарственной имеет высокую экономическую эффективность, обеспечивая получение чистого дохода в размере 1720-20302 тыс. рублей с гектара, а уровня рентабельности 98-193%. Максимальный чистый доход и значительный уровень рентабельности получается при наибольших дозах минеральных удобрений ($N_{135}P_{60}K_{120}$), навоза 120 т/га и с дополнительной обработкой растений стимулятором роста растений эпином. Применение удобрений и стимуляторов роста на посадках пустырника пятилопастного обеспечивает получение чистого дохода 344-4391 тыс. руб/га, уровня рентабельности – 19-174%.

Разработка современных технологий возделывания лекарственных растений в условиях Республики Беларусь, имеющих в своей основе теорию производственного процесса, в том числе и предлагаемую в данном научном издании, позволит создать устойчивое производство сырья лекарственных растений, улучшить обеспечение населения республики высококачественными лекарственными препаратами, разнообразить номенклатуру доступных по цене лекарственных средств отечественного производства, снизить зависимость работы фармацевтических предприятий от импортных поставок и расширить их экспортный потенциал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакьянц, Б. Лекарственные растения в ветеринарной медицине /Б. Авакьянц. – М.: Аквариум ЛТД, 2001. – С.130-133.
2. Агрономия с основами ботаники /под ред. Н.А. Корлякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 423 с.
3. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных угодий Республики Беларусь (8 тур) / И.М. Богдевич, В.В. Лапа, Л.В. Очковская и др. – Минск: Хата, 2002. – 507 с.
4. Агрохимия: Система применения удобрений: Метод. Рек. / Учеб.-метод. Центр Минсельхозпрода. – Минск, 2005. – 150 с.
5. Адрианова, Ю.Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е. Адрианова, И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 2000. – 135 с.
6. Анищенко, Л. Лекарственные растения: ресурсы возделывания и применение / Л. Анищенко. – Ростов Н/Д.: Рост.книж.изд-во, 1991. – С.103-106.
7. Артющенко, З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений /З.Т. Артющенко, А.А. Федоров. – Л.: Наука, 1986. – 392 с.
8. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР /ВНИИ лек. растениеводства. – М.:ГУГК, 1983. – 340 с.
9. Аутко, А.А. Биоэкологические особенности выращивания пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко, Ж.А. Рупасова, А.А. Аутко, Л.В. Кухарева, К. Сухорска. – Мн.: Тонпик, 2003. – 160 с.
10. Аутко, А.А. Влияние регуляторов роста на качество рассады капусты белокачанной./ А.А. Аутко, Г.В. Наумова, Л.Ю. Забара // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Материалы II Международной научной конференции, Минск, 5 – 8 декабря, 2001 г. – С.10-12.
11. Аутко, А.А. Технология возделывания пряно-ароматических и лекарственных растений на профилированной поверхности /А.А. Аутко // Известия АН Беларуси. Сер.биол.наук. – 1994. – № 2. – С. 10.
12. Аутко, А.А. Эффективность агроприемов при выращивании пряно-ароматических культур на узко-профильных грядках /А.А Аутко // Технологии и агроприемы выращивания и хранения овощных и бахчевых культур: Тез. докл. науч.

конф., Москва, 23-25 марта 1999 г. Рос. акад. С.-х. наук. – Москва, 1999. – С.183-186.

13. Аутко, А.А. Эффективность применения минеральных и органических удобрений при возделывании пряно-ароматических и лекарственных растений / А.А. Аутко, О.В. Позняк, А.А. Аутко // Почвоведение и агрохимия. – 2005. – № 1. – С. 157-161.
14. Баранников, В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции: учебники и учебные пособия для студ. ВУЗов / В.Д. Баранников. – М: КолосС, 2005. – 352 с.
15. Бегеулов, М.Ш. Экологическая парадигма и устойчивое развитие / М.Ш. Бегеулов // Аграрная наука. – 2000. – № 5. – С.8.
16. Беденко, В.П. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность агрофитоценозов озимой пшеницы / В.П.Беденко, В.В.Коломейченко // Сельскохозяйственная биология, 2005. – № 1. – С.59 – 63.
17. Бекетовский, Д. Лекарственные растения, их культура и сбор./ Д. Бекетовский – Л.: Мысль, 1926. – 182 с.
18. Белоус, О.А. Выращивание лекарственных растений по интенсивной технологии в условиях Гродненской области /О.А. Белоус, С.В. Брилёва, М.С. Брилёв // Роль молодых ученых в развитии науки: материалы II научно-практической конференции, 6-8 июня 2007 г, г. Великие Луки. – С.35 – 37.
19. Белоус, О.А. О необходимости выращивания пустырника пятилопастного в условиях Республики Беларусь / О.А. Белоус // Современные экологические проблемы устойчивого развития полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура: материалы III международной научно-практической конференции, 26-27 сентября 2007, г. Мозырь. – Ч.2. – С.7-10.
20. Белясова, Н.А. Биохимия и молекулярная биология: учебное пособие / Н.А. Белясова. – Мн.: Книжный дом, 2004. – 416 с.
21. Билич, Г.Л. Биология. Полный курс. Ботаника / Г.Л. Билич, В.А. Крыжановский. – 3-е изд. – Москва: Оникс, 2005 – Т.2. – 356 с.

22. Блинова, К.Ф. Растения для нас / К.Ф. Блинова, Г.П. Яковлева Спб. Учебная книга. – 1996. – 489 с.
23. Богачев, М.Ф. Вопросы агротехники возделывания лекарственных культур. Пустырник пятилопастный / М.Ф. Богачев, Н.Н. Гиндич, В.И. Носырев // ВНИИ. лекарственное растениеводство. Сб.н.т. – Ч.2. – 1978-1979. – С.84-87.
24. Богдевич, И.М. Плодородие почв – основа продуктивного и устойчивого землепользования / И.М Богдевич, В.В. Лапа // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. – № 2 (34). – С.3-5.
25. Бойченко, З.А. Применение гербицидов в посевах лекарственных растений в условиях лесостепи Украины: Автореф. Дис. ... канд.с.-х. наук: 06. 01. 09./ З.А. Бойченко. – Харьков, 1971. – 26 с.
26. Босак, В.Н. Агроэкономическая эффективность применения удобрений. – Минск, 2005. – 44 с.
27. Босак, В.Н. Регуляторы роста и их влияние на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур / В.Н. Босак //Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Материалы II Международной научной конференции, Минск, 5 – 8 декабря, 2001 г. – С.15-19
28. Ботанико-фармакологический словарь: справ. пособие / К.Ф. Блинова, Н.А. Борисова, Г.Ф. Гортинский и др.// под ред. К.Ф. Блиновой. – М.: Высшая школа, 1990. – 289 с.
29. Брилева, С.В. Валериана лекарственная – ценная культура для фармацевтической промышленности // Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Горки, 24-26 окт. 2001г. / БГСХА. – Горки, 2001. Ч. 2. Актуальные проблемы агрохимии в современных условиях – С. 20-21.
30. Брилева, С.В. Влияние различных уровней минерального питания на урожай и качество корней и корневищ валерианы лекарственной // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. науч. тр., Гродно, 2003 г. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2003. – Т.1, Ч.1. – С. 302-304.
31. Брилева, С.В. Потребление основных элементов минерального питания растениями валерианы в течение вегетации // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. науч.

- тр., Гродно. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2005. – Т.4, Ч.1. – С. 15-18.
32. Брилева, С.В. Эффективность различных доз органических удобрений при возделывании валерианы лекарственной // Наука – производству: Сб. науч.- тр., Гродно, 2002 г. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2002. – С. 104-105.
 33. Бурмистров, А.Н. Пустырник, сердечная трава [Медоносное растение] / А.Н. Бурмистров, А.К. Грибченко //Пчеловодство. – 1998. – № 3. – С. 25-26.
 34. Бушковская, Л.М. Защита семенных посевов пустырника сердечного от вредителей, болезней и сорняков [Применение пестицидов] / Л.М. Бушковская, Г.П. Пушкина, Г.В. Мельникова // Проблеми лікарського рослинництва Сб.н. трудов. – Полтава, 1996. – С.152-153.
 35. Вильдфлуш, И.Р. Агрохимия: учебник / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, В.А. Ионас и др. – 2-е изд. Доп. И перераб. – Мн.: Ураджай, 2001. – 488 с.
 36. Ворошилов, В.Н. Лекарственная валериана./ В.Н. Ворошилов. – М.: Изд-во АН СССР. 1959. – 160 с.
 37. Ворошилов, В.Н. Практическое руководство к разведению важнейших лекарственных трав./ В.Н.Ворошилов. – М. – 1925. – 170 с.
 38. Вотинова, Т.И. Морфолого-анатомические особенности строения пустырника ряда *Cardiaci* в первый и второй годы жизни в условиях культуры / Т.И.Вотинова //Вопросы адаптации растений к неблагоприятным факторам среды. – Пермь, 1993. – С. 14-17.
 39. Гаммерман А.Ф., Кадаев Г.Н., Яценко-Хмелевский А.А. Лекарственные растения: (Растения целители). – М.: Высшая школа, 1990. – 542 с.
 40. Гаммерман, А.Ф. Лекарственные растения: учебное пособие для студентов вузов / А.Ф. Гамерман, Г.Н. Кадаев, И.А. Яценко-Хмелевский. – изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1983. – С.293-295.
 41. Гиндич, Н.Н. Валериана лекарственная. / Н.Н. Гиндич, И.Д. Семенихин, Б.С. Векшин, Т.В. Третьякова, Н.Т. Конон //Сб. науч. работ, вып.9, часть 1. Вопросы агротехники возделывания лекарственных культур. – М. 1976. – С.33-42.

42. Гниненко, Ю.И. Мучнистая роса пустырника в Северном Казахстане / Ю.И. Гниненко, О.С. Телегина //Материалы международной научно-практической конференции «Переработка лекарственного сырья и производство фитопрепаратов для медицины и сельского хозяйства». – Алматы, 1996. – С.63.
43. Гознин, А.А. Влияние условий среды на содержание биологически активных веществ в некоторых лекарственных растениях./А.А. Гознин, В.С. Яснецов //Растительные ресурсы. – 1982. Т.18. – № 3 – С.363-367.
44. Голышенков, П.П. Лекарственные растения и их использование./ П.П. Голышенков – Саранск.:Мордовское книжное изд-во, 1982. – 311с.
45. Голышенков, П.П., Голышенков С.П. Краткий очерк изучения и применения лекарственных растений./ П.П. Голышенков, С.П. Голышенков – Саранск.: Из-во Саранского университета. – 1990. – 43 с.
46. Гончарова, Т.А. Энциклопедия лекарственных растений./ Т.А.Гончарова. – М., Издательский дом МСП, 2001. – С.522-524.
47. Горбунов, Ю.Н. Морфологическая и химическая эволюция рода *Valeriana*./ Ю.Н. Горбунов //Актуальные вопросы ботаники в СССР. Тез.докладов 8 делегатского съезда Всесоюзного ботанического общества. – Алма-Ата .: Наука, 1988. – С.16-17.
48. Горбунов, Ю.Н. Морфолого-биологические особенности кавказских видов рода *Valeriana* L. в связи с их интродукцией.:Автореферат дис.канд.биол.наук./ Ю.Н. Горбунов. – М., 1979. – 24с.
49. Горбунов, Ю.Н. О биоморфологии некоторых кавказских видов валерианы в связи с их интродукцией. / Ю.Н. Горбунов. // Бюллетень Главного Ботанического сада АН СССР. 1979 – Вып.113. – С.26-33.
50. Горбунова, Т.А. Лечение растениями: Рецептурный справочник / Т.А. Горбунова. – М.: Аргументы и факты, 1996. – 289 с.
51. Государственная народно-хозяйственная программа развития сырьевой базы и переработки лекарственных и пряно-

ароматических растений на 2006-2010 годы «Фитопрепараты» (Постановление Совета Министров РБ от 5 июля 2005 г. № 749) – 35 с.

52. Государственная фармакопея СССР / Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – Вып.2., 11 изд. – М: 1989. – 317 с.
53. Грубов, В.И. Флора СССР./ В.И. Грубов. – М. 1958. – Т.23. – 345 с.
54. Гусаков, В. Как повысить конкурентоспособность и эффективность национального агропромышленного производства / В.Гусаков // Аграрная экономика. – 2007 – № 3.– С.2-8.
55. Деева, В.П. Механизмы регуляции функциональной активности метаболических процессов и адаптивных свойств разных генотипов с помощью регуляторов роста / В.П. Деева, А.Н. Веденеев // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Материалы II Международной научной конференции, Минск, 5-8 декабря, 2001 г.
56. Джани, Р.С. Вопросы механизации, возделывания и уборки лекарственных культур. / Р.С. Джани. – М.:Колос, 1981. – С.145-147.
57. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
58. Дудинец, Л.Н. Новые лекарственные препараты на основе растительного сырья / Л.Н. Дудинец, А.И. Бондаренко, Б.В. Дубовик //Тез. докл. VI съезда фармацевтов Республики Беларусь. Мн.: 1999. – С. 126-127.
59. Егорова, М.И. Продукты профилактического назначения на основе сахара / М.И. Егорова, Л.С.Чугунова, Л.В. Иванова // Сахар. – 1999. – № 5-6. – С.24.
60. Енин, П.К. Валериана лекарственная./ П.К. Енин //Возделывание лекарственных растений. – М, 1954. – С.177-196.
61. Енин, П.К. Валериана лекарственная./ П.К. Енин, П.М. Лошкарев, М.Н. Чукичева. – М.: Медгиз, 1957. – 15с.
62. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И.Ермаков – изд. 3-е, переработанное и дополненное – Л.:Агропромиздат, 1987. – 430 с.

63. Жарский, В.И. Производство сахара с добавкой биологически активных веществ, содержащихся в растениях Горнотазежной зоны Дальнего Востока / В.И.Жарский, С.Е.Иванов, В.А. Лосева // Сахарная промышленность. - 1977. - № 2. - С.33.
64. Жигар, М.П, Николайчук Л.В. Мир целебных корней./ М.П. Жигар, Л.В. Николайчук . -Мн.: Ураджай, 1991.- 176 с.
65. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. - М.: Наука, 1984. – 424 с.
66. Зацепина, В.С.Подробнее о пустырнике / В.С Зацепина // Уральские нивы.- 1991. - Т.1. - С.11.
67. Ивашенко, А.А. Пути повышения урожайности, качества и снижения себестоимости валерианы лекарственной./ А.А. Ивашенко. // Сб.науч.тр. отдела растениеводства. Лекарственные растения. Возделывание. –М, ВИЛАР, 1968.
68. Илиева, С. Лекарственные культуры./ С. Илиева. - София.: Земиздат, 1971.-261 с.
69. Ицков, Н.Я. Возделывание лекарственных растений./ Н.Я.Ицков, П.Т. Кондратенко. –М.:Медгиз, 1954.-419с.
70. Казакова, В.Н. Перспективные регуляторы роста растений /В.Н.Казакова, Ю.А.Вяткин, Э.Г.Полиевктова // Химия в сельском хозяйстве. – 1986. - №8. – С.49.
71. Кириченко, Е.Б. Рецензия на книгу Ю.Е. Адриановой, И.А.Тарчевского «Хлорофилл и продуктивность растений»/ Е.Б.Кириченко // Физиология растений.- 2002. - Т. 49. - № 2. - С.328-329.
72. Климат Беларуси. /Под ред. В.Ф.Логинова. Мн.: Институт геологических наук АНБ, 1996. - 236 с.
73. Климат Гродно /под ред. И.А.Савиковского. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 160 с.
74. Клинге, А. Культура и обработка лекарственных и душистых технических растений./ А. Клинге. –Л.-1927.-115 с.
75. Козловская, Н.В. Флора Белоруссии, закономерности ее формирования и охраны./ Н.В.Козловская. - Мн.: Наука и техника, 1978. - 128 с.
76. Кондратенко, П.Т. Заготовка, выращивание и обработка лекарственных растений. / П.Т.Кондратенко, С.Д. Кур, Ф.М. Рожко. -М.: Медицина, 1965.- 346 с.

77. Коновалова, О.А, Конон Н.Т, Михайлова Н.С. Содержание эфирного масла в корневищах с корнями валерианы лекарственной. //Растительные ресурсы.- 1978- т.14, №2.- С.231-234.
78. Конон Н.Т. Биология цветения и опыления валерианы лекарственной в Московской области.//Растительные ресурсы. –Л, 1978. - Т.14.-Вып. 1.-С.73-77.
79. Конон Н.Т. Селекция валерианы лекарственной в Московской области.: Автореферат дис. канд. с.х.наук.-М., 1979.-25с.
80. Корсун, В.Ф. Аптекарский огород / В.Ф.Корсун, В.В.Коваленко - Минск: Ураджай, 1994. - 304 с.
81. Крейер Г.К. Новые валерианы выделенные из *Valeriana officinalis* L. //Ботанические материалы гербария ГБС. –М., 1924.-Т.5.-Вып.11-12.-С.181-193.
82. Крестовская, Т.В. Критический обзор пустырников (*Leonurus* L., *Lamiaceae*) из подрода *Cardiophilium* V Krecz et Kuprianu / Т.В. Крестовская // Новости систематики высших растений. - 1988. - Т.25. – С.131-134.
83. Крестовская, Т.В. Монографический обзор рода *Leonurus*: автореф. дис. канд. биол. наук.:/Т.В.Крестовская; 03.00.05. ин–т бот. им. Комарова. - Ленинград,1989. -17 с.
84. Крестовская, Т.В. Обзор видов секции *Leonurus* рода *Leonurus* (*Lamiaceae*)/Т.В.Крестовская // Ботанический журнал. - 1988. – Т.73. - №12. – с.1734-1755.
85. Крестовская, Т.В. Что такое *Leonurus heterophyllus* Sweet (*Lamiaceae*)?/ Т.В. Крестовская // Новости систематики высших растений. -1987. - Т.24. – С.156-158.
86. Крестовская, Т.В.Значение признаков строения перикарпия для систематики рода *Leonurus* / Т.В. Крестовская //II молодежная конф. ботаников. г. Ленинград. – апрель 1988. – Ч.1. – С.47-52.
87. Куликов В.В. Лекарственные растения Алтайского края. - Барнаул., 1973.-192 с.
88. Кухальская Н.П., Варламова В.А., Молодцова Р.Н. Биолого-морфологические особенности (*Valeriana officinalis* L.) в культуре в условиях Мордовской АССР.//Экология растений. –Саранск, 1981. №5.-С.59-65.

89. Кушке Э.Э., Ивашенко А.А. Лекарственные растения СССР. –М.-1967.-180 с.
90. Лебедев, С.И. Физиология растений: учебники и учебные пособия для студентов ВУЗов / С.И.Лебедев. – 3 – е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
91. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. Л.: Наука, 1987. –160 с.
92. Лекарственное семеноводство. //Селекция и семеноводство валерианы лекарственной. – М, 1988, вып.3. –С.34-37.
93. Лекарственные растения / Н.П.Лукашевич, И.И.Шишко, И.В.Ковалева. Учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины // Витебск, УО ВГАВМ. - 2006. – 21 с.
94. Лекарственные растения. - 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. В.И Попов., Д.К.Шапиро., И.К.Данусевич. – Мн.: Полымя, 1990. - 235 с.
95. Лапа, В.В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности /В.В.Лапа, В.Н.Босак.- Минск, 2002. – 184 с.
96. Липницкий, С.С. Зеленая аптека в ветеринарии./ С.С.Липницкий, А.Ф.Пилуй, Л.В.Лаппо. – Минск: Ураджай, 1987. – 288 с.
97. Липницкий, С.С. Календарь сбора лекарственного растительного сырья флоры Беларуси./ С.С.Липницкий //Белорусское сельское хозяйство. -2004.- № 5.- С.46.
98. Липницкий, С.С. Фитотерапия в ветеринарной медицине //С.С.Липницкий. – Мн.: Беларусь, 2006. – 286 с.
99. Липницкий, С.С.Целебные яды в ветеринарии / С.С.Липницкий, А.Ф. Пилуй. - Мн.: Ураджай, 1991.- 304 с.
100. Логвинцев, В.В. Загрязнение радионуклидами почвы и медоносов Беларуси / В.В.Логвинцев, Н.Н.Воронецкий / Пчеловодство. - 1997. - № 5. – С.4-6
101. Лятохо, Г.П. Лекарственные растения на своём участке./ Г.П. Лятохо –К.: Калининградское изд-во, 1992.- 48 с.
102. Мадебейкин, И.Н. Пустырник пятилопастный / И.Н.Мадебейкин, И.И.Мадебейкин // Пчеловодство. -2002. - № 5. - С. 22-23.
103. Майрапетян, С.Х. Оптимизация минерального питания пустырника пятилопастного в условиях гидропоники /С.Х

- Майрапетян, А.О.Татевосян, Дж.С.Алексанян, Б.Т.Степанян //IV съезд о-ва физиологов России.- Тез.Докл.,-М., 1999.-Т.2. - С.626.
104. Макаров, В.Г. Экспериментальное и клиническое изучение влияния препарата иридол на центральную нервную систему / В.Г.Макаров, А.Е.Александрова, А.М.Шиков, Л.В.Шилер, В.Е.Рыженков // Экспериментальная и клиническая фармакогнозия, 2006. – 69. № 3. – С.23-25.
 105. Мартынов, Ю.Ф. Технология производства лекарственного растительного сырья./ Ю.Ф. Мартынов. -М.: Медицина, 1979.- 214 с.
 106. Махов, А.А. Наш зелёный огород: культивирование лекарственных растений на приусадебных участках./ А.А.Махов. –Красноярск.: Красноярское изд-во, 1989.- 334с.
 107. Машанов, В.И. Пряно-ароматические растения./ В.И. Машанов, А.А.Покровский. –М.: Агропромиздат, 1991.-287 с.
 108. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А.Ламан, В.П. Самсонов, В.Н.Прохоров и др.- Мн.: Навука і тэхніка, 1996 –53 с.
 109. Монтеверде, Н.А. Труды межведомственного совещания 14-15 марта по вопросу об улучшении производства в России лекарственных растений./ Н.А. Монтеверде. – Петроград.-1915.
 110. Мороз, И.В. Образование каталазы *Penicillium piceum* F-648 при глубинном культивировании / И.В.Мороз, Р.В.Михайлова, А.Г.Лобанок, О.Н.Кузьмина // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук. № 2. – 2006 г. – С.83 – 86.
 111. Муравин, Э.А. Агрохимия / Э.А.Муравин.– М.: Колос, 2004. – 383 с.
 112. Мурох, В.И. Целебные кладовые природы /В.И.Мурох, Л.И.Стекольников. - 2-е изд., перераб и доп.- Мн.: Ураджай, 1990. - 367 с.
 113. Наумова, Г.В. Биологически активные гуминовые препараты и различные аспекты их физиологического действия // Г.В.Наумова, Н.А.Жмакова, Т.Ф.Овчинникова / Природопользование. – 1996. – Вып.1. – С.99-103.

114. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений / А.А.Ничипорович // Итоги науки и техники. - 1977. Сер. Физиол. Теоретические основы повышения продуктивности растений. - Т 3. – С.11 – 54.
115. Носаль, М.А. Лекарственные растения и способы их применения в народе./ М.А. Носаль, И.М. Носаль. -Мн.: Полымя, 1997.-334 с.
116. Ноярович, Ю. Лекарственное сырье: на доллар вывезешь – сто потеряешь./ Ю.Ноярович. // Советская Белоруссия.- 1999.-С.1.
117. Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Йошкар-Ола, 1997.-С.3-121.
118. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В.И.Парфенова. – Мн.: Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
119. Определитель высших растений Белоруссии: учеб. пособие для факультетов естественного профиля ВУЗов БССР /под ред Б.К.Шишкина.– Мн.: «Вышэйшая школа», 1967. – 870 с.
120. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сборник отраслевых регламентов. / Ин. Аграр. Экономики НАН Беларуси. - Мн: Бел наука, 2005. – 460 с.
121. Орлов, А.И. Проблемы управления экологической безопасности / А.И.Орлов, В.Н.Федосеев // Менеджмент в России и за рубежом. - 2000. - № 6. – с.80.
122. Остапович, И. Ромашки спрятались, поникли лютики? /И.Остапович // Аргументы и факты. – 7 – 13 марта 2007. - №10.
123. Оценка эффективности технологических операций, агроприемов и технологий в земледелии / А.А.Дудук, В.М.Кожан, А.В.Линкевич и др. - Гродно, 1996. – 60 с.
124. Пастушенков, Л.В. Лекарственные растения: использование в народной медицине и быту / Л.В.Пастушенков, А.Л.Пастушенков, В.Л.Пастушенков. - Л.: Лениздат, 1990. - 384 с.
125. Пашкевич, В.В. Лекарственные растения, их культура и сбор. / В.В. Пашкевич. -М.: ГИЗ, 1930.-70 с.

126. Перевозченко И.И. Лекарственные растения./ И.И. Перевозченко, Б.В. Заверуха, Т.Л. Андриенко. –К.:Урожай, 1991.-197с.
127. Плешков, Б.П. Методические указания по биохимии эфирноносных и лекарственных растений / Б.П.Плешков, В.Ф.Волобуева. – М.,1983. – 30 с.
128. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б.П.Плешков.- изд. 3-е, доп. и перераб. – М.: Колос, 1985. – 255 с.
129. Полесская, О.Г. Изменение активности антиоксидантных ферментов в листьях и корнях пшеницы в зависимости от формы и дозы азота в среде / О.Г. Полесская, Е.И.Каширина, Н.Д.Алехина //Физиология растений. - 2004. - Т.51. – С. 686 – 691.
130. Политика в области здорового питания России // Хранение и переработка сельхозсырья.- 1997. - № 6. - С.45 - 60.
131. Полуденный, Л.В. Эфиромасличные и лекарственные растения / Л.В.Полуденный, В.Ф. Сотник, Е.Е. Хлопцев. - М: «Колос»,1979. - С.30-85, С.162-164.
132. Попов, В.И. Лекарственные растения / В.И.Попов, Д.К.Шапиро, И.К.Данусевич. – 2-е изд.,перераб. и доп. – Минск: Полымя, 1990. – 235 с.
133. Попов, В.И. Лекарственные растения: Сбор, заготовка, применение / В.И.Попов, Д.К.Шапиро, И.К.Данусевич. - Мн.: Полымя,1984. – 240 с.
134. Практикум по агрохимии: учебное пособие для с.х. ВУЗов /под ред.И.Р.Вильдфлуша, С.П.Кукреш. – Мн.: Ураджай, 1998. – 270 с.
135. Практикум по курсу общей ботаники: учебники и учеб. пособия для студ. ВУЗов / 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
136. Применение регуляторов роста в овощеводстве / Минсельхозпрод РБ, БелНИИ овощеводства. – Мн.- БелНИИиМ АПК. – 1996. – 29 с.
137. Применение стимуляторов роста растений при возделывании с.-х культур: рекомендации для колхозов, совхозов и фермерских хозяйств. - Горки, 2002. – 27 с.

138. Прищепа, Л.И. Защита лекарственных трав от вредителей, болезней, сорняков / Л.И.Прищепа, Е.В.Кострович., В.С.Терешук // Защита растений. - 2003. - № 27. - С.190 - 194.
139. Протасов, Н.И. Стратегия и тактика получения экологически чистой продукции в условиях Белоруссии // Н.И.Протасов, А.Р.Цыганов / Экологически безопасные и безпестицидные технологии получения растениеводческой продукции. – Пушино, 1994. – Ч.1. – С. 14 – 17.
140. Протопопов, Г.К. Марьяна (валериана)/ Г.К.Протопопов. //Парадник по культур головни и лекарських раслин. – Лубны.-1930.-Т.13. С.35-45.
141. Прохоров, В.Н. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов (полюкультура в растениеводстве) / В.Н.Прохоров, Н.А.Ламан, К.Г.Шашко, В.М.Кравченко.- Мн.: Право и экономика, 2005. – 370 с.
142. Пустырник сердечный. Пустырник пятилопастный // Мир медицины и лекарственных растений. - 1999. - № 8. - С.18-23.
143. Рабинович, А.М. Лекарственные растения на приусадебном участке: Возделывание и применение в медицине и ветеринарии./ А.М.Рабинович. - М.: Издательский дом МСП,1998. - 325 с.
144. Радов, А.С. Практикум по агрохимии /А.С.Радов, И.В.Пустовой, А.В.Корольков. – М.:Агропромиздат, 1985. – 312 с.
145. Разработка технологических карт на возделывание сельскохозяйственных культур в растениеводстве: методические указания / УО «ГГАУ». – Гродно, 2006. – 30 с.
146. Растениеводство /Г.С.Посыпанов, В.Е.Долгодворов и др.; под ред. Г.С.Посыпанова. – М.:КолосС, 2006. – 612 с.
147. Растения в медицине // Сост. Б.Г. Волынский и др. – Саратов, 1983.- С.51-52.
148. Растения для нас. Справочное издание /Под ред. Г.П.Яковлева, К.Ф.Блиновой.-С.-Пб.:Учебная книга, 1996. – 652с.

149. Растительные ресурсы СССР. – Л.: Наука, 1991. – Т.6. – 199 с.
150. Рахимов, А.Р. Технология выращивания валерианы и пустырника в условиях сухостепной зоны / А.Р. Рахимов, З.К. Шаушеков, Д.К. Кыздарова, Р.О. Мынбаева, Н.С. Ющенко // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Растительные ресурсы и биотехнология в АПК». – Владикавказ, 1997. – С.144 - 145.
151. Рекомендации по применению удобрений и стимуляторов роста растений при возделывании в культуре валерианы лекарственной / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т.; Сост. С.А. Тарасенко, С.В. Брилева, В.С. Тарасенко, Е.И. Дорошкевич. – Гродно, 2004. – 7 с.
152. Решетникова, А.В. Лечение травами./ А.В. Решетникова, Е.И. Семчинская. – Киев МП «Феникс», 1993. – С.3-5.
153. Рупасава, Ж.А. Асаблівасці мінеральнага абмену лекавых культур ва умовах Беларусі / Ж.А. Рупасава, В.Г. Русаленка, В.А. Ігнаценка, Р.М. Рудакоўская, І.П. Афанаскіна // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. біялагічных. навук. – 1994 - № 2. – С. 3-9.
154. Рупасава, Ж.А. Асаблівасці роставых і біяпрадукцыйных працэсаў у раслінах сардэчніку пяцілопасцевага і валяр'яну лекавага ва умовах Беларусі / Ж.А. Рупасава, В.Р. Русаленка, В.А. Ігнаценка, І.П. Афанаскіна // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. біялагічных. навук. – 1994.- №1.- С. 21 - 27.
155. Рупасава, Ж.А. Асаблівасці фарміравання фонду фотасінтэзуючых пігментаў у раслінах сардэчніку пяцілопасцевага і валяр'яну лекавага ва умовах Беларусі / Ж.А. Рупасава, Р.М. Рудакоўская, В.А. Ігнаценка, Ф.М. Гардзіенка // Весці Акад. навук Беларусі. Сер. біялагічных. навук. – 1994. - № 1. - С. 28 - 33.
156. Рупасова, Ж.А. Особенности минерального обмена лекарственных культур в условиях Беларуси. 2. Валериана лекарственная./ Ж.А. Рупасова, В.Р. Русаленко, В.А. Игнатенко, Р.М. Рудаковская, И.П. Афанаскина. // Вести академии наук Беларуси. –Мн.: Наука и техника, 1994.-№3. –С.6-11.
157. Рупасова, Ж.А. Особенности сезонного накопления витамина «С» в растениях пустырника пятилопастного и вале-

- рианы лекарственной в условиях Беларуси / Ж.А. Рупасова, Н.П.Прилищ, В.А.Игнатенко, Р.Н. Рудаковская // Известия АН Беларуси.Сер.биол.- 1994. - N 4. - С. 3-5.
158. Русакова Т.М. Окружающая среда и продукты пчеловодства / Т.М.Русакова, В.М.Мартынова //Пчеловодство. - 1994. - №1. – С.14-17.
159. Русаленко, В.Г. Особенности накопления биологически активных соединений в растениях пустырника пятилопастного и валерианы лекарственной в условиях Беларуси / В.Г. Русаленко, Ж.А.Рупасова, В.А.Игнатенко, Р.Н.Рудаковская, Н.П.Прилищ.// Изв.АН Беларуси.Сер.биол.наук. – 1996. - N 3. - С. 16-23.
160. Саканян, Е.И. Применение некоторых настоек в профилактике лечения заболеваний нервной и сосудистой систем / Е.И.Саканян, К.Э.Кабишев // Terra med. – 2004. - N4. - С.33-36.
161. Сараев, П.И. Культура лекарственных растений. М.: Медгиз, 1952. –347 с.
162. Семененко, Н.Н. Азот в земледелии Беларуси / Н.Н.Семененко, Н.В.Невмержицкий. – Минск: Хата, 1997. – 193 с.
163. Семенихин, И.Д. Изучение биологических основ агротехники валерианы лекарственной в целях повышения ее урожайности: Автореферат дис.канд. с.х. наук. – М. 1978. – 17 с.
164. Семенихин, И.Д. Валериана лекарственная. / Семенихин И.Д, Коломиец Н.И, Конон Н.Т, Евтушенко Л.А, Федоров Ю.И, Максимейко А.А. // Сб.науч.тр.ВНИИЛР, часть 1. Возделывание лекарственных культур. -М. 1987. –С.10-21.
165. Семенихин, И.Д. Культура валерианы лекарственной./ И.Д. Семенихин, Б.С. Векшин, Н.Т. Конон, В.И. Носырев. //Экспресс-информация серии «Лекарственное растениеводство».- М.: ЦБНТИмедпром, 1982, вып.1.
166. Семенихин, И.Д. Рекомендации по возделыванию валерианы лекарственной в условиях центрально-черноземных областей и северной части Украины./ И.Д.Семенихин, Н.И. Коломиец, Э.С. Бойченко, Л.И. Перебейнос, В.Е. Мирош-

- ниченко. //Сб.науч.тр. Лекарственное растениеводство в условиях Украины. –М, 1985.-С.27-40.
167. Сенчило, В.И. Лекарственные растения Беларуси: учеб. пособие / В.И. Сенчило, Ю.В. Сенчило; БГУ. - Минск, 2004. - С.108-110.
168. Сидорович Т.Н. Некоторые аспекты применения валерианы лекарственной в медицинской практике.//Медицинская помощь.-М, 1996. №7.-С.19-22.
169. Скляр, Ю.Е. Биологически активные вещества *Leonurus cardiaca* / Ю.Е. Скляр, И.А.Кириянова, Л.Б.Дрожжина // НПО «ВИЛАР» Второй международный симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования». - Пушино,1997.- Т.2. - С.98-100.
170. Смолянов А.М, Ксендз А.Т. Эфиромасличные культуры.- М.: Колос, 1976.-130с.
171. Соколов, С.Я. Справочник по лекарственным растениям. //С.Я.Соколов, И.П.Замотаев. - М.: Недра, 1989. – С. 58-60.
172. Солнцев Б.Е. Промышленное разведение валерианы.//Информационный бюллетень №1. –М.: Лектехсырье.- С.10-14.
173. Справочник по лекарственным растениям. /Под ред. А.М.Задорожный, А.Г.Кошкин, С.Я.Соколов. – М.: Лесная промышленность, 1989- 412 с.
174. Стрижев, А.А. Русское разнотравье / А.А. Стрижев. - Москва. Изд. Дом «Дрофа», 1995. – С.363-366.
175. Тарасенко, С.А. Развитие продукционного процесса у растений валерианы лекарственной в течение вегетации / Тарасенко С.А., Брилева С.В. // Наука – производству: Сб. науч. тр., Гродно, 2002 г. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2002. – С. 120-121.
176. Тарасенко, С.А. Урожайность и качество корней и корневищ валерианы лекарственной при различных условиях питания / Тарасенко С.А., Брилева С.В. // Земляробства і ахова раслін. – 2005. – № 2 – С. 22-24.
177. Тарасенко, С.А. Экономическая эффективность применения удобрений и стимуляторов роста растений под валериану лекарственную / Тарасенко С.А., Брилева С.В. // Агроэкономика. – 2005. – № 4 – С. 41-43.

178. Тарасенко, С.А. Взаимосвязь физиологических параметров растений валерианы лекарственной с фотосинтетической продуктивностью культуры / Тарасенко С.А., Денисковец А.А., Брилева С.В. // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. науч. тр., Гродно, 2003 г. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2003. – Т.1, Ч.1. – С. 250-253.
179. Тарасенко, С.А. Особенности формирования фотосинтетического аппарата валерианы лекарственной в зависимости от уровня питания растений / Тарасенко С.А., Дорошкевич Е.И., Брилева С.В., Копть Т.Б. // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: Сб. науч. тр., Гродно. / У.О. Гроднен. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2004. – Т.3, Ч.2. – С. 175-177.
180. Тарасенко, С.А. Влияние удобрений и стимуляторов роста растений на продуктивность и качество пустырника пятилопастного / С.А.Тарасенко, О.А. Белоус // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 150 –летию деятельности профессора И.А.Стебута. Горки, 16 – 18 января 2005 г. / БГСХА. – Горки, 2005. – Ч.1. Биологические основы адаптивного растениеводства. – С. 117 – 120.
181. Тарасенко, С.А. Изменения физиологических параметров растений пустырника пятилопастного под действием удобрений и стимуляторов роста растений / С.А.Тарасенко, О.А.Белоус // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: материалы VIII международной научно-практической конференции, 14-15 марта 2005 г. - Сб.науч.трудов. - Гродно: «УО ГГАУ», 2005. – Т.4.Ч.1. - С.180-183.
182. Тарасенко, С.А. Особенности минерального питания пустырника пятилопастного в период вегетации / С.А.Тарасенко, О.А.Белоус // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: материалы IX международной научно-практической конференции, 17 – 19 апреля 2006 г. - Сб.науч.трудов. - Гродно: «УО ГГАУ», 2006. – Т.1. - С.237 - 241.
183. Тарасенко, С.А. Физиология и биохимия растений. Практикум: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С.А.Тарасенко, Е.И.Дорошкевич. – Гродно, 2004. – 211 с.

184. Тарческий, И.А. Основы фотосинтеза / И.А.Тарческий. - Казань, 1971. – 294 с.
185. Тиво, П.Ф. Нитраты: слухи и реальность /П.Ф.Тиво, Л.А.Саскевич. – Минск: Ураджай, 1990. – 150 с.
186. Третьяков, Н.Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н.Н.Третьяков, Е.И.Кошкин, Н.М.Макрушин и др.; под ред. Н.Н.Третьякова. - М.: Колос, 1998. – 640 с.
187. Турова, А.Д. Лекарственные растения СССР, и их применение / А.Д.Турова, Э.Н. Сапожникова. - М.: «Медицина»,1982. - С.50-53.
188. Фармакогнозия. Атлас: Учебное пособие / под редакцией Н.И.Гриневиц, Е.А.Ладыгиной. - М.: Медицина, 1989. - С.376 – 380.
189. Федоров, А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок./ А.А. Федоров, З.Т. Артюшенко. –Л.: Наука, 1975. –352с.
190. Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б.Филиппович – М.: Агар,1999. – 512 с.
191. Флора СССР. М.:АН СССР,1954. - Т.21 - С.140-151.
192. Фурса, Н.С. Сравнительное фитохимическое изучение видов валерианы европейской части СССР.//Науч.тр.ВНИИ фармации.- М, 1987, №25.С.148-153.
193. Фурса, Н.С. Хемотаксономическое исследование кавказских видов рода *Valeriana*. / Н.С. Фурса, Ю.Н.Горбунов. //Хемосистематика и эволюционная биохимия высших растений. Тез. докладов. -М, 1979. –С.92-93.
194. Фурст, Г.Г. Методы анатомо-гистологических исследований растительных тканей / Г.Г.Фурст. - Л.: Наука, 1979. - С.8-86.
195. Харченко, В.С. Дикорастущие, лекарственные, злаковые, огородные растения и их применение / Харченко В.С. и др.- Саратов, 1988. - С.109-111.
196. Хишова, О.М.Микроскопическое исследование измельченных корневищ с корнями валерианы и синюхи, травы пустырника, плодов боярышника / О.М.Хишова, Н.А.Кузьмичева, Ю.А.Голяк, В.Н.Шнипова, И.В.Пугач //

Весці Нац.АН Беларусі.Сер.біял.наук. - 2005. - N 1. - С. 20-23.

197. Хотин, А.А. Лекарственные растения СССР./ А.А.Хотин, И.А. Губанов и др. -М.: Колос, 1967.- 400 с.
198. Хрипач, В.А. Брассиностероиды и урожай. Экологически дружественный подход к решению проблемы производства высококачественной продукции / В.А.Хрипач // Химико-биологические технологии и экологическая безопасность: Материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 15-17 мая 2001 г – Минск, 2001. - С.121-130.
199. Цырибко, Б.И. Растения лечат / Б.И.Цырибко // Хозяин. - 1997. - N7. - С. 25. (Пчелиная пасека).
200. Чиков, П.С. Витаминные и лекарственные растения. / П.С Чиков, Ю.П. Лаптев. -М.:Колос, 1976.- С.35-108.
201. Чиков, П.С. Лекарственные растения / П.С,Чиков.- М.: «Лесная промышленность»,1982. – С.256-259.
202. Чирков, А. Пустырник / А. Чирков // Сад и огород. – Изд: «Колос»,1992. - № 4. - С. 54-55.
203. Шабельская, Э.Ф. Физиология растений: учеб. пособие для биол. спец. пед. ВУЗов. – Мн.: Вышэйшая школа, 1987. – 320 с.
204. Шаломеев, К.Л. Агротехника возделывания валерианы лекарственной. / К.Л. Шаломеев, И.В. Науменко, В.Н. Васильковский //Лекарственное растениеводство.-1980.-№ 8 – С.1-5.
205. Шишлова, Ж. Лекарственные растения: Ресурсы, возделывание, применение./ Ж. Шишлова, Л. Анищенко. -Ростов Н/Д.: Рост.книж.изд-во, 1991.- 144с.
206. Шмерко, Е.П. Лечение и профилактика растительными средствами./ Е.П. Шмерко, И.Ф.Мазан. –Баку, 1992. –315с.
207. Шостак, М.П. Опыт возделывания валерианы лекарственной в совхозе «Воронежский»./ Шостак М.П. //Лекарственное растениеводство.-1980.-№ 5- С.1-6.
208. Шостак, М.П. Технология механизированного возделывания валерианы лекарственной. / М.П.Шостак, Г.А.Усольцев, А.М. Скорлупин, Ю.Ф.Мартынов. //Экспресс-информация серии «Лекарственное растениеводство». -М.: ЦБНТИмедпром, 1988, вып.2.

209. Шпиленья, С.Е. Азбука природы: Лекарственные растения./ С.Е. Шпиленья, С.И. Иванов. –М.: Знание.-1989.-222 с.
210. Шретер, Г.К. Лекарственные растения и растительное сырье, включенное в отечественные фармакопеи / Г.К.Шретер – М.,1972. - 120 с.
211. Шугаева, Е.В. Цитоэмбриология некоторых лекарственных видов рода *Valeriana L.*: Автореферат дис.канд. биол. наук./ Е.В.Шугаева. –Л, 1985. –19 с.
212. Экономика предприятий и отраслей АПК: учебное пособие /под ред.П.В.Лециловского, Л.Ф.Догиля, В.С.Танковича. – Мн.:БГЭУ, 2001. – 575 с.
213. Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения: учеб. пособие. – С.П.: Спец. Литература, 1999. – 407 с.
214. Энциклопедический словарь лекарственных, эфирномасличных и ядовитых растений. –М, 1951.-486с.
215. Ягодин, Б.А. Практикум по агрохимии / Б.А.Ягодин. – М.: Агропромиздат,1987. – 512 с.
216. Якушкина, Н.И. Физиология растений: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности 032400 «Биология» / Н.И.Якушкина, Е.Ю.Бахтенко. – М.: Гуманитар. изд. ВЛАДОС, 2005. – 463 с.
217. Ятусевич, А.И. Теоретические и практические основы применения лекарственных растений при болезнях животных / А.И.Ятусевич, Н.Г.Толкач и др.// Ветеринарная медицина в Беларуси. - 2004. - №1. – с.50-53.
218. Abrial, C. La culture des plantes medicinales./ C.Abrial. –Paris.- 1926. -80 p.
219. Appl, J. Bericht der Mahrtschenlandwirtschaftlich. Ergebnisse der Kultur von Arzneipflanzer, Brunn. / Appl J. //Rever in Heil- und Gew.-Pfl.-Munchen.-11, №1. –S.135-145.
220. Ascensao, L. The leaf capitate trichomes of *Leonotis leonurus*: histo chemistry ultrastructure and secretion / L.Ascensao, M.S.Pais //Ann-bot. London; New York: Academic .Press.- Feb 1998. - V. 81 (2). - P. 263.
221. Ayers, G.S. The other side of beekeeping. Some more mints the *Leonurus* / G.S Ayers // American bee journal. - 2005 Feb. - V. 145. - №. 2. - P. 123-128.

222. Bacic, T. A contribution to the knowledge of flora in the Ribnica valley (Dolenjska, Slovenia) /T.Bacic //Ljubljana Univ. (Slovenia). Biotechnical Fac., Biology Dept. *Natura-Sloveniae* (Slovenia). (2000). V.- 2 (2) -.P. 7-19
223. Belous, O.A. The activity of catalase in plants of a quinguelobate motherwort (*Leonurus Quinquelobatus* Gilib) at various levels of a mineral nutrition / O.A. Belous // *Proceedings of the III international young scientists conference "Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution"*. – Odesa, 15 – 18 may, 2007. – section 1. – P. 11 – 12.
224. Bomme, U. A documented field cultivation with selected Chinese medicinal plants can be realized in Bavaria /U.Bomme // *Zeitschrift-fur-Arznei-and-Gewurzpflanzen.*- 2003/ - N 8(4). - P 187-189.
225. Boshart, K. Der Anbau des Baldrians. / Boshart K. // *Heil – und Gew. Pfl.*-1920.-Bd.3-№3.
226. Boshart, K. Der deutsche Arzneipflanzenbau./ Boshart K. // *Heil –und Gew. Pfl.*-1927.-11.-№4.-S.11-17.
227. Bozek, M. Daily dynamics of blooming of some species from Lamiaceae family. /M. Bozek. // *Agricultural University, Lublin (Poland). Dept. of Botany. Annales-Universitatis-Mariae-Curie-Sklodowska*, 2000.- V. 8. - P. 117.
228. Budvytyte, A The effect of long-term storage conditions on seed germination in vegetables and medicinal plants /A. Budvytyte // *Biologija*. – 2001. – N 2. – P. 8-10
229. Calis, I. Two phenylpropanoid glycosides from *Leonurus glaucescens* / I.Calis, T.Ersoz, D.Tasdemir, P. Ruedi // *Phytochemistry*. Oxford: Pergamon Press. Jan 1992. - V. 31 (1) - P. 357-359.
230. Czabajska, W. Analiza przyrostu masy raslinnej kozlka lekarskiego wraz z analiza zawartosci olejku w surowcu *Herba Polonica*./ Czabajska W, Okoniewska J –1971-T.17.-S.376.
231. Czabajska, W. Problemy uprawy kozlka lekarskiego w RFN. / Czabajska W // *Wiadomosci Zielarskie*.-1980.- T.23. № 7-S.3.
232. D'-Aulerio, A.Z. Fungal diseases of officinal plants: spread, effects and defence./ A.Z.D'Aulerio, A.Zambonelli // *Italian. Informatore-Agrario*. - 1997.- № 53(1). – P. 91-93.

233. Demol, M. Culture des plantes medicinales en Belgique. / Demol M. //4 Congres, international des plantes medicinales et des plantes a essences.-Paris.-1931.-S.38-45
234. Eisenhuth F. Die Zuchtung von *Valeriana officinalis* und der feldmassige Anbau unter besonderer Berücksichtigung der Mechanisierung. / Eisenhuth, F. //Herba hung.-1957.-№2-3.
235. Frosch, F. Über valepotriate der in einer Arzneyspezialität verwendeten Droge *Valeriana mexicana* im Vergleich zu *Valeriana officinalis*./ Frosch F., Connert J., Hilzinger K. //Dtsch. Apoth. -Ztg. -1978. №34 -S.1237-1240.
236. Golcz, L. Poradnik plantatora ziol./ Golcz L, Jaruzelski M, Lubinska W, Malinowski K, Ruminska A, Tyszyńska-Kownacka D.- Poznan, 1984.-340 s.
237. Golcz, L. Potrzeby pokarmowe roślin lekarskiego./ Golcz L, Kordana S, Zalecki R. //Herba Polonica.-1975.-T.21. № 2 – S.159-172.
238. Golcz, L. Wyniki doswiadczen nawozowych z kozlkiem lekarskim /*Valeriana officinalis*./ Golcz L, Kordana S, Zalecki R. //Wiadomosci Zielarskie.-1975.-T.17. № 1 –S.6-8.
239. Golcz, L. Wplyw ilosci wysiewu nasion i rozstaw rzadow na plon surowca wybranych roslin. Cz.2: Kozlek lekarski. / Golcz L, Zalecki R. //Wiadomosci Zielarskie.-1980.- T.22 № 7- S.10.
240. Golez, L. Wplyw terminow Sadzenia Kozlka lekarskiego na plou i jakose Surowka./ Golez L, Owsianny J. //Biul.Inst.rosl.leczn.-1958.-S.26-28.
241. Gosek, J. Selection of nesting sites and the nest structure of *Hylaeus sinuatus* (Schenck) / J. Gosek, A.Ruszkowski, K. Kaczmarska //Pszczelnictwo-Zeszyty-Naukowe (Poland). - 1996 - V. 40(1). - p. 227-233.
242. Grabovsky, J. Prispevek k agrotechice kosliku lekarskeho (*Valeriana officinalis*)./ Grabovsky J. //Vedec.prace Vyzkumuslaru zelinar. Olomonci.-1964.-№3.-S.25-27.
243. Gstirner, F. Dungungs versuche mit *Atropa Belladonna* und *Valeriana officinalis*./ Gstirner F. //Pharmazie.-1950.- Arzneipflanzen –Umschau. 2. -5 bzw.
244. Gupta, L.K. Cultivation and importance of *Valeriana vallichii* in the hills of Uttar Pradesh. / Gupta L.K, Shah S.C. //Indian Drugs.-1981-Vol.18, № 11-S.393-395.

245. Hansel, R. Beitrag zur Qualitätssicherung von Baldrianextrakten. 4 Mitt. / Hansel R., Schulz J. //Pharm. Ind. -1985.-Bd.47 -№5. - S. 531-533.
246. Harley, R. Leonurus japonicus Houtt. (Labiatae): the correct name for a common tropical weed // R.Harley, A.Paton //Kew-Bulletin. – 2001. - N 56(1). - P.243-244.
247. Heeger, E.F. Handbuch des Arznei – und Gewurzpflanzenbaues Drogengewinnung./ Heeger E.F. // Deutsche Bauernverlag.-1956.-160p.
248. Heeger, E.F. Handbuch des Arznei –und Gewurzpflanzen –baues Drogengewinnung./ Heeger E.F. // Deutzsche Bauernverlag.-1956.
249. Herisset, A. Sur la culture et lamelioration de la Nalerianaa officinale./ Herisset A, Paris R. //Bull.Soc.bot.-France.-1969.-112.-№5-6.
250. Himmelbaur, W. Arbeitszeiten und Rothertrag im Arzneipflanzenbau. / Himmelbaur W, Entres K. //Festschrift anlässlich des 30-jährigen Bestandes der Landw. Chem. Bundesversuchsanstalt in Wien. –Wien.: Selbstverlag.-1979.-S.168-190.
251. Holze, J. Über die Inhaltsstoffe von Valeriana. Alliarifolia (I.Mitteilung 1-B Acevaltratum, ein neues Valepotriat). / Holze J., Koch U. //Planta med.- 1984. –T.50. №5. –S.458.
252. Ho-ShihChing. Traditional Chinese herbs against hypertension enhance the effect of memory acquisition / Ho-ShihChing, Ho-YuehFeng, Lai-TzungHsien, Liu-TsuHwie, Wu-ReyYih // World Scientific Publishing. American-Journal-of-Chinese-Medicine. – 2005. - N 33(5). – P. 787-795.
253. Islam, M.A. Analgesic and anti-inflammatory activity of Leonurus sibiricus /M.A.Islam, Firoj-Ahmed, A.K.Das, ,S.C Bachar //Fitoterapia. – 2005. - N 76(3/4) Amsterdam, Netherlands.
254. Jaruselski, M. Mechanizacja wielkoarealowej produkcji zielarskiej./ Jaruselski M. //Wiadomosci Zeilarskie.-1977.-T.19. № 5 –S.1-3.
255. Jaruzelski, M. Ocena przydatnosci herbicydow Kerb 50 w i Kerb Mix B w uprawie roslin zielarskich./ Jaruselski M. //Wiadomosci Zielarskie.-1978-T.20, № 1. -S.1-3.

256. Knoess, W. Diterpenes in cultures of *Leonurus cardiaca* / W.Knoess, K.Glombitza // Bonn Univ. (Germany). Inst. of Pharmaceutical Biology. 41st Annual Congress on Medicinal Plant Research. Duesseldorf (Germany). 31 Aug – 4 Sep 1993. - V. 59(7). - P. 655-656.
257. Kocio Duarte Marcia. Morfoanatomia foliar e caular de *leonurus sibiricus* (Lamiaceae) / Kocio Duarte Marcia, Ferreira Lopes Jiliano // Univ. Federal do Parana/ - Acta farm bonaerens. – 2005. – 24. N1. – s. 68-74.
258. Kokkini, S. Essential oil yield of Lamiaceae plants in Greece / S. Kokkini, D.Vokou, R.Karousou // Institute of Systematic Botany and Phytogeography, Department of Biology. Proceedings of the 11th international congress of essential oils, fragrances and flavours. New Delhi, India, 12-16 November, 1989. - P. 5-12.
259. Kreyer, G.K. Valerian. Perennial plants requiring a short period of cultivation / Kreyer G.K.// Principal medical plants grown in the USSR, volume 2.. -L.: Published by the institute of plant industry, 1936.- p. 27-63.
260. Kroeber, L. Japanischer Baldrian./ Kroeber L. //Heil –und Gew –pfl.-1925.-11.№ 3.-S.34-56.
261. Kummer, K. Anbau von Arzneipflanzen./ Kummer K. - Honnover.-1970.-S.137.
262. Manukyan, A.E The productivity and quality of some herbs under controlled environmental conditions: I. Medicinal plants / A.E Manukyan // Journal-of-Applied-Botany-and-Food-Quality. – 2004. - N 78(2). - P 97-103.
263. Marekov, N.L. Conference on Medicinal Plants, marianske Lazne./ Marekov N.L., Handjieva N.V. -1975. – S.132-133.
264. Michalea, A. Contributii la stabilirea unor masuri agrotehnice la *Valeriana officinalis*./ Michalea A. //Ann.Inst.Center cercetari agric.-1963.-№11.-S.54-60.
265. Mikowska-Leyck, K. Pharmacological effects of lavandulifolioside from *Leonurus cardiaca* / K. Mikowska-Leyck, B.Filipek, H.Strzelecka //Journal-of-Ethnopharmacology. – 2002. - N 80(1). - P. 85-90.
266. Msisz, A. *Leonurus cardiaca* L. - medicinal plant with sedative and cardiac activity. Serdecznik polskosci (*Leonurus cardiaca*

- L.) /A.Msisz, P.Gorecki //Herba-Polonica, 1997. – Vol. 43(2) - S. 172.
267. Pank, F. Chemische Unkrautbekämpfung in Arzneipflanzenkulturen L. Mitteilung: Baidrian /*Valeriana officinalis* L./ Pank F, Hanning H, Hauschild J. //Pharmazie.-1980, Jg.38 H.2.-S.115-119.
 268. Poradnik plantatora ziol.- Poznan,1984. – S.288-290.
 269. Procopio, S.O. Anatomical studies of leaves in weed widely largely occurring in Brazil. V - *Leonurus sibiricus*, *Leonotis nepetaefolia*, *Plantago tomentosa* and *Sida glaziovii* / S.O.Procopio, E.A.Ferreira,. M.Silva, A.A.Silva, R.J.N.Rufino //Planta-Daninha. – 2003. - N 21(3). – P. 403-411.
 270. Ruminska, A. Rosliny lecznicze. Podstawy biologii agrotechniki./ Ruminska A. // Panstowe Wydawnictwo Naukowe – 1981. Wyd. 2.,- S.81-150.
 271. Satoh, M. Studies on the constituents of *Leonurus sibiricus* L / M. Satoh, Y .Satoh, K.Isobe, Y.Fujimoto // Chemical-and-Pharmaceutical-Bulletin. – 2003. - N 51(3). – P. 341-342.
 272. Schimdt, E. Kolleda, ein Mittelpunkt deutscher Vegetabilien-Kultur./ Schimdt E. //Heil-und Gew. –Pfl.-1926, 8.-№1.
 273. Senatore, F. Sterols from *Leonurus cardiaca* L. growing in different geographical areas /F.Senatore, V.De-Feo, F.De-Simone, A.Mscisz, K.Mrugasiewicz, P.Gorecki // Herba-Polonica (Poland). - 1991. - V. 37(1). - P. 3-7.
 274. Shavarda, A.L Antioxidant activity of species of the flora of the Altai /A.L. Shavarda, I.Chemesova, L.M.Belenovskaya, G.A.Fokina, T.V.Bukreeva, N.A. Medvedeva, T.Yu. Danchul, L.I.Shagova, E.K.Aleksandrova, V.B.Vasil'-ev //Rastitel'-nye-Resursy. - 1998. - № 34 (2). – P.1-8
 275. Sinz, K. Die deutschen Heilpflanzengewinnung in den Jahren 1932 bis 1942. Ein Ruckblick. / Sinz K. //Pharm. Ind.-1943.-10.-S.58-64.
 276. Smirnoff, N. Plant Resistans to Tnvironmental Stress / N.Smirnoff // Curr. Opin. Biotechnol. - 1998. - V. 9. – P.214 – 219.
 277. Suchorska, K. Korzen kozlka lekarskiego. / Suchorska K. //Wiadomosci Zielarskie.-1981-T.23, № 5.-S.15-16.

278. Teresa Lewkowicz-Mosiej. Problemy uprawy wybranych gatunkow roslin zielarskich./ Teresa Lewkowicz-Mosiej. – Warszawa.: Centralna Biblioteka Rolnicza, 1983. – s.63.
279. Tomas-Barberan, F.A. Flavonoid p-coumaroylglucosides and 8-hydroxyflavone allosylglucosides in some Labiatae / F.A.Tomas-Barberan, M.I.Gil, F.Ferreres, F.Tomas-Lorente // Phytochemistry (United Kingdom). - 1992. - V. 31(9). - P. 3097-3102.
280. Tschirch, A. Handbuch der Pharmacognosie./ Tschirch A. – Leipzig.-1982.-S.260
281. Valerian (*Valeriana officinalis*) //Biodyn.: Farm and Gard, 1998, N.216, 21 st Century.
282. Valkenburg, J.L.C-H-van. Plant resources of South-East Asia / Valkenburg,-J-L-C-H-van, Bunyaphrathasara, N // Medicinal and poisonous plants. Plant-resources-of-South-East-Asia. - No.12. – 2001. - P. -782.
283. Webber, L.N Alternative uses for some invader plants: turning liabilities into assets / L.N.Webber, M.L Magwa, J-van Staden // South-African-Journal-of-Science. - 1999. -№ 95(8). – P. 329-331.
284. Wisniewski, G Drying of medicinal plants with solar energy utilization / G.Wisniewski //Drying-Technology. – 1997. – N 15(6/8). – P. 2015-2024.
285. Wokowycki, D. Ruderal floras in the rural landscape of the NorthPodlasie Lowlands - an introduction to comparative analysis / D.Wokowycki // Fragmenta-Floristica-et-Geobotanica,-Series-Polonica. – 1997. - P.39-74
286. Xu,-X. An improved method for the quantitation of flavonoids in *Herba Leonuri* by capillary electrophoresis / Xu,-X., Ye,-H., Wang,-W., Chen,-G. // Journal of agricultural and food chemistry. - 2005. - July 27. - V. 53. - №.15. - P 5853-5857.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ВАЛЕРИАНА ЛЕКАРСТВЕННАЯ И ПУСТЫРНИК ПЯТИЛОПАСТНЫЙ – ОСНОВНЫЕ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫЕ В АГРОЦЕНОЗАХ БЕЛАРУСИ	8
1.1 Биологические особенности валерианы лекарственной	8
1.2 Химический состав, урожайность и качество валерианы ле- карственной и их изменения под действием удобрений	14
1.3 История возделывания валерианы лекарственной в культуре	22
1.4 Биологические особенности пустырника пятилопастного	29
1.5 Химический состав и использование пустырника пятилопаст- ного	33
1.6 Агротехника возделывания пустырника пятилопастного	39
2 ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ	46
2.1 Валериана лекарственная	46
2.1.1 Накопление органического вещества	46
2.1.2 Формирование ассимиляционной поверхности	52
2.1.3 Накопление пигментов фотосинтеза	55
2.1.4 Хлорофилловый индекс (ХИ)	59
2.2 Пустырник пятилопастный	61
2.2.1 Приживаемость рассады	61
2.2.2 Биологические особенности продукционного процесса пус- тырника пятилопастного в первый год жизни растений	63
2.2.3 Формирование ассимиляционной поверхности	67
2.2.4 Фотосинтетический потенциал	67
2.2.5 Содержание хлорофилла в листьях и стеблях пустырника	70
2.2.6 Хлорофилловый индекс	73
2.2.7 Содержание каротиноидов	74
2.2.8 Активность фермента каталазы	76
2.2.9 Математическая связь показателей продукционного процес- са лекарственных растений с урожайностью культур	78

3 ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ РАСТЕНИЯМИ В ОНТОГЕНЕЗЕ	81
3.1 Валериана лекарственная	81
3.1.1 Азот	82
3.1.2 Фосфор	86
3.1.3 Калий	89
3.1.4 Кальций	93
3.1.5 Магний	97
3.2 Пустырник пятилопастный	100
3.2.1 Азот	101
3.2.2 Фосфор	104
3.2.3 Калий	107
3.2.4 Кальций	110
3.2.5 Магний	113
4 УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	116
4.1 Валериана лекарственная	116
4.1.1 Урожайность корней и корневищ	116
4.1.2 Показатели качества корней и корневищ валерианы лекар- ственной	120
4.1.3 Сбор физиологически активных веществ	129
4.1.4 Вынос питательных элементов	131
4.1.5 Коэффициенты использования валерианой лекарственной питательных веществ из удобрений	133
4.2 Пустырник пятилопастный	136
4.2.1 Урожайность лекарственного сырья	136
4.2.2 Качество лекарственного растительного сырья	140
4.2.3 Сбор физиологически активных веществ пустырника пяти- лопастного	149
4.2.4 Хозяйственный вынос элементов минерального питания лекарственным растительным сырьем	151
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	159
ЛИТЕРАТУРА	163

Научное издание

Тарасенко Сергей Анатольевич
Брилева Светлана Владимировна
Белоус Оксана Анатольевна

**ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ ВЫСОКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ
ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ
В АГРОЦЕНОЗАХ**

Монография

Компьютерная верстка: Е.В. Миленкевич

Подписано в печать 26.04.2008.
Формат 60х84/16. Бумага офсетная. Гарнитура таймс.
Печать Riso. Усл. печ. л. 11,10. Уч.-изд. л. 10,80.
Тираж 100 экз. Заказ № .

Учреждение образования
«Гродненский государственный аграрный университет»
Л.И. № 02330/0133326 от 29.06.2004.
230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28

Отпечатано