

Научная статья

УДК 633.31:631.524.8

DOI: 10.25230/2412-608X-2024-4-200-96-106

## Методика проведения агротехнических исследований в опытах с люцерной

Вячеслав Михайлович Лукомец  
Николай Михайлович Тишков  
Марина Валериевна Трунова

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17  
Тел.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

**Аннотация.** Излагаются методические особенности проведения исследований в опытах с люцерной. Приведены строение растений, рост и развитие, необходимые наблюдения и учёты по следующим показателям: фенология и биометрия, лабораторно-аналитические наблюдения, учёт урожая, расчёт потребления питательных элементов. Статья подготовлена на основе опубликованной книги авторов В.М. Лукомца, Н.М. Тишкова, С.А. Семеренко «Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами» (Краснодар, 2022).

**Ключевые слова:** методика научных исследований, люцерна, наблюдения и учёты в полевых опытах

**Для цитирования:** Лукомец В.М., Тишков Н.М., Трунова М.В. Методика проведения агротехнических исследований в опытах с люцерной // Масличные культуры. 2024. Вып. 4 (200). С. 96–106.

### Methodology of observations and accounts in field experiments with alfalfa

Lukomets V.M., research supervisor of the institute, doctor of agriculture, academician RAS

Tishkov N.M., chief researcher, doctor of agriculture

Trunova M.V., deputy director for science, PhD in biology

V.S. Pustovoi All-Russian Research Institute of Oil Crops

17 Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 255-59-33

vniimk@vniimk.ru

**Abstract.** There are stated methodic peculiarities of investigations in experiments with alfalfa. There are presented plant structure, growth, and development of the crop; necessary observations and accounts in the field experiments: phenology and biometrics; analytic observations in laboratory; yield account and

the calculation of nutrient consumption. The article is based on the published book “Methodology of agricultural and technical investigations in field experiments with main field crops” by Lukomets V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. (Krasnodar, 2022).

**Key words:** methodology of scientific research, alfalfa, observations in field experiments

**Введение.** Подготовка магистров, аспирантов и научных сотрудников связана с необходимостью методического обеспечения агротехнических исследований в опытах с люцерной и предусматривает умение исследователя обосновывать и разрабатывать планы научных исследований, проводить лабораторные, вегетационные и полевые эксперименты. Это требует соответствующей теоретической подготовки, знания современных методов исследований, развития самостоятельного мышления, критического отношения к имеющимся и своим данным, умения обосновать выбор методики, анализировать, обобщать и объективно оценивать полученные результаты, устанавливать достоверность экспериментальных данных, делать научно обоснованные выводы, разрабатывать и предлагать рекомендации для использования в сельскохозяйственном производстве.

**Методика проведения исследований, учётов и наблюдений в опытах с кормовой люцерной [1–5].**

**Биолого-экологические условия.** Люцерна в России широко распространена в степной и лесостепной зонах. По питательности она занимает лидирующее место среди других кормовых растений. Зелёная масса, сено и другие корма из неё богаты белком, витаминами и минеральными солями. Урожайность сена люцерны составляет 4–6 т/га, семян – 0,15–0,20 т/га, иногда до 0,5–0,8 т/га. Продуктивность её сильно зависит от увлажнения почвы. В сухие годы урожайность сена бывает 1,5–2 т/га, во влажные – 6–8 т/га, а при орошении – до 12 т/га. Без орошения люцерна скашивается 2–3 раза, а при орошении – 4–5 раз за лето. В фазе цветения в 100 кг свежей травы люцерны содержится 21,3 кормовых единицы и 4 кг перевариваемого протеина [цит. по 2]. Люцерна является хорошим бобовым компонентом для злаковых трав в полевых и кормовых

севооборотах. Люцернозлаковые смеси по урожайности и качеству корма не уступают чистым посевам люцерны. Также смеси лучше перезимовывают, меньше изреживаются, дают более продолжительное время устойчивые урожаи, меньше угнетаются сорняками и поражаются вредителями. Зелёная масса травосмесей используется в свежем виде, для заготовки сена, сенажа и др.

В России род Люцерна (*Medicago* L.) включает в себя более 50 многолетних и однолетних видов. Наибольшее распространение в производстве имеют виды: люцерна синяя (посевная) – *Medicago sativa* L., люцерна жёлтая (серповидная) – *Medicago falcata* L., люцерна изменчивая (гибридная) – *Medicago varia* L. Все сорта люцерны изменчивой обычно подразделяют на три группы: синегибридная, пёстрогибридная и жёлтогибридная. Синегибридная группа (85–95 % растений имеют окраску фиолетовую и 5–15 % – от светло-фиолетовой до почти белой) возделывается в основном в южных районах с относительно мягким климатом. У пёстрогибридной группы венчики 50–65 % растений фиолетовые и 35–50 % – зеленовато-жёлтые, грязно-жёлтые, светло-жёлтые и почти белые. У жёлтогибридной группы 20–55 % растений имеют цветки светло-фиолетовые и 45–80 % – жёлтые, светло-жёлтые и почти белые.

Люцерна – растение ярового типа развития. При весеннем подпокровном посеве она растёт очень медленно и полного развития достигает только на второй год жизни. При благоприятных условиях беспокровный весенний посев может дать 1–2 укоса сена или урожай семян. Из семени вначале вырастает лишь один стебелёк, затем из почек, расположенных на корневой шейке, образуются новые побеги. В первый год жизни у люцерны более интенсивно нарастает подземная масса по сравнению с надземной. К концу первого месяца вегетации корневая система в беспокровных посевах достигает глубины 40–60 см. Каждый стебель живёт не более одного года, а при многоукосном использовании – всего несколько недель. Вегетативное возобновление культуры связано с жизнедеятельностью корневой

шейки и расположенных на ней почек. Поэтому при скашивании или стравливании посевов нужно строго следить за её сохранностью.

У всех видов многолетней люцерны способность к отрастанию различная. Люцерна синяя (посевная) отрастает быстро, через 25–30 суток после скашивания, уже через 10 суток после укоса побеги достигают 10 см и более. Она обеспечивает 2–3 укоса за год, а при орошении – 5–7 укосов. Люцерна жёлтая (серповидная) более низкорослая, отрастает медленно, через 35–45 суток после скашивания, даёт 1–2 укоса и по продуктивности значительно уступает синей (посевной). Однако люцерна жёлтая (серповидная) характеризуется более высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, теневыносливостью, меньше повреждается болезнями.

Продолжительность вегетации от всходов до созревания семян в первый год жизни при весеннем посеве составляет 130–140 суток, во второй и последующие годы – 110–120 суток.

**Требования к почве и питанию.** Люцерна обладает высокой пластичностью по отношению к условиям произрастания и может расти как на глинистых, так и на песчаных почвах. Однако люцерна лучше всего растёт на хорошо проницаемых рыхлых высокоплодородных чернозёмах. Непригодны для неё заболоченные почвы и почвы с повышенной кислотностью. При  $pH_{KCl}$  5,0 клубеньковые бактерии почти не поселяются на корнях люцерны и азотфиксация недостаточна для обеспечения растений азотом. Оптимальная  $pH_{KCl}$  для неё 6,5–7,0. Люцерна ежегодно накапливает в своей надземной массе 350–500 кг/га азота, 60–120 кг/га фосфора, 330–430 кг/га калия, 330–460 кг/га кальция [5]. Значительное количество элементов минерального питания люцерна потребляет на образование корней. Следует учитывать и то, что люцерна в первый год жизни произрастает обычно под покровом зерновой культуры, которая расходует значительное количество питательных веществ.

Существенной особенностью люцерны является способность получать значи-

тельную часть необходимого ей азота из атмосферы с помощью специфических штаммов клубеньковых бактерий. Количество биологически связанного азота варьирует в широких пределах в зависимости от физических, физико-химических и химических свойств почвы и агрохимического фона. Считается, что люцерна потребляет из воздуха около 60 % свободного азота от общего его содержания в растении. Остальной азот люцерна поглощает из почвенных запасов и из удобрений. Эффективность азотных удобрений на посевах культуры в значительной степени зависит от уровня плодородия почв и культуры земледелия. Вопрос о целесообразности или приоритете минерального и биологического азота в питании люцерны однозначно не решён. Большинство исследователей не отрицает целесообразность применения азотных удобрений, но они не рекомендуют вносить их в высоких дозах, поскольку повышенное содержание азота в почве может отрицательно сказаться как на самих растениях, так и на окружающей среде. Высокие нормы азотных удобрений приводят к угнетению клубеньковых бактерий, в результате чего люцерна из накопителя азота превращается в потребитель. Азотные удобрения положительно влияют на продуктивность культуры в основном в начальный период роста, когда бактерии-азотфиксаторы на корнях ещё слабо развиты и не в состоянии обеспечить растение атмосферным азотом.

Люцерна хорошо отзывается на внесение фосфорных удобрений. Высокая потребность ее в фосфоре проявляется уже в первые фазы роста и развития растений – в течение 20–25 суток после прорастания семян до появления 6–7-го листа. Фосфорные удобрения благоприятно влияют на биологическую фиксацию азота, семенную продуктивность и содержание в них питательных веществ. При недостатке фосфора снижается интенсивность дыхания, замедляется проникновение клубеньковых бактерий в корень.

Люцерна нуждается в интенсивном калийном питании. Недостаток калия в почве приводит к ослаблению азотфиксирующей активности клубенько-

вых бактерий. Этот элемент способствует более быстрому нарастанию вегетативной массы и увеличению числа укосов.

**Агротехнология.** Лучшими предшественниками для люцерны и её смесей со злаками при выращивании на кормовые цели являются озимые и ранние яровые колосовые, пропашные культуры (сахарная свекла, кукуруза на силос и др.). Люцерна отзывчива на глубокую вспашку (до 30–32 см), которая способствует активизации микробиологической деятельности и усиленному росту корневой системы в первый год жизни. Если она высевается под покров однолетних растений, то выбирают такую обработку почвы, которая была бы приемлемой для люцерны и покровной культуры.

Весной при наступлении физической спелости почвы приступают к ранневесеннему боронованию с одновременным выравниванием. На незасоренных полях люцерну без покрова и под покров ранних яровых культур можно сеять вслед за боронованием без культивации. На засоренных участках проводят предпосевную культивацию на глубину 3 см. Чтобы семена люцерны можно было посеять не глубже 2–3 см, поле перед посевом прикатывают кольчатыми катками. Если люцерна высевается под покров поздних культур (просо, кукуруза на зеленый корм), то поле культивируют дважды.

При летнем беспокровном посеве проводят послонные культивации с боронованием: первая – на 12–14 см, вторая – на 8–10 см, третья – на 3–4 см. В засушливую погоду после каждой культивации поле прикатывают. При летнем сроке посева можно применять поверхностную обработку почвы сразу после уборки озимых на зеленый корм (дискование, культивация, прикатывание).

Удобрения под люцерну вносятся с учётом агрохимических показателей почвы и планируемой урожайности. Люцерна хорошо отзывается на органические и минеральные удобрения. Под предшественников можно вносить 30–40 т/га перепревшего навоза. Фосфор очень важен для люцерны, так как усиливает отрастание растений после укосов и стимулирует цветение. В то же время его не рекомен-

дуются вносить на почвах с высоким содержанием подвижных форм элемента. Эффективно внесение фосфорных и калийных удобрений осенью под вспашку. Азотные удобрения можно вносить в небольших дозах (не более  $N_{30}$ ) рано весной при холодной погоде, когда клубеньковые бактерии еще слабо развиты. Средние дозы под люцерну  $N_{30-45}P_{60-90}K_{60-90}$ , под люцернозлаковые травосмеси –  $N_{90}P_{60}K_{30}$ . При посеве люцерны рекомендуется вносить  $P_{20-30}$ .

За две–три недели до посева семена люцерны подвергают воздушно-тепловому обогреву, скарификации на специальных машинах (СС–0,5, СКС–1, СКС–2) при их твердокаменности более 20 %, инкрустируют разрешенными протравителями с включением микроэлементов (бор, молибден и др.). Перед посевом семена инокулируют специальным ризоторфином.

В производстве используется два способа выращивания люцерны и ее смесей со злаками – под покров и без покрова, каждый из которых имеет свои достоинства и недостатки. Конкуренция люцерны и покровной культуры за свет, влагу и питательные вещества замедляет рост подземной и надземной фитомассы, способствует изреживанию её травостоя. Преимущество подпокровных посевов в том, что люцерна не занимает отдельной площади, а также лучше защищена от сорняков. Проводятся они рано весной, нормы высева семян покровных культур (вика + овес, ячмень и пшеница) снижаются на 25–30 %. Продуктивность люцернозлаковых травосмесей во многом зависит от нормы высева семян компонентов, при этом оптимальной для люцерны – 4–5 млн всхожих семян на 1 га.

Уход за беспокровными посевами включает послепосевное прикатывание, разрушение почвенной корки, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Прикатывание почвы после посева обеспечивает более дружные всходы. Почвенная корка разрушается лёгкими кольчатыми катками или ротационными мотыгами. На беспокровных кормовых посевах люцерны или её смесей со злаками сорняки уничтожаются обычно с помощью подкашивания при высоте

растений 15–20 см. Высота среза устанавливается так, чтобы не повредить точки роста культурных растений. На чистых посевах люцерны против однолетних злаковых сорняков до посева (под культивацию) можно вносить почвенные гербициды, против двудольных сорняков опрыскивают разрешёнными препаратами при образовании 2–3 настоящих листьев.

Рано весной посева люцерны и люцернозлаковых смесей боронуют поперёк рядков. На подпокровных посевах важно своевременно убрать покровную культуру. Зерновые культуры убирают прямым комбайнированием на высоте не ниже 12–14 см с одновременным вывозом измельченной соломы. После уборки покровных культур следует подкормить люцерну фосфорно-калийными удобрениями в дозе  $P_{45-60}K_{45-60}$ . Интенсивность весеннего отрастания зависит от срока и высоты осеннего скашивания люцерны. Последний раз скашивание нужно проводить на высоте 7–8 см за 30–40 суток до наступления устойчивых морозов.

Чистые посева люцерны обычно убирают для заготовки сенажа, кормов высокотемпературной сушки или сеного листа. При этом необходимо выбрать такой срок, чтобы получить не только хороший урожай, но и высокое качество корма. Максимальный урожай кормовой массы получается в фазе цветения, а более высокое качество – в фазе бутонизации. Рекомендуется применять в оптимальном сочетании оба срока скашивания. При естественном увлажнении рекомендуется скашивать люцерну 2–3 раза.

На сено люцерну лучше убирать косилками-плющилками, так как плющение сокращает срок сушки на 30 %. Ускоряет высушивание скошенной массы ворошение. Применение активного вентилирования и прессования значительно снижает потери от осыпания листьев и повышает качество сена. Провяленную после плющения и ворошения массу влажностью 35–45 % досушивают в скирдах или сенохранилищах до 15–17 %. Для получения высококачественного корма люцерну скашивают с плющением в фазе цветения. Уборка начинается при влажности не ниже 60 %. Химический состав сенажа из лю-

церны при влажности 48 % в пересчёте на абсолютно сухое вещество следующий (в %): протеин – 15,9; клетчатка – 23,5; жир – 3,2; зола – 8,2; БЭВ – 49,2; кальций – 2,2; фосфор – 0,3. Для заготовки витаминно-травяной муки и гранул люцерну скашивают в начале бутонизации.

**Особенности возделывания на семена.** Причиной низких урожаев семян люцерны часто является избыток осадков в фазе цветения, что приводит к израстанию и полеганию посевов, а также к ухудшению работы опылителей. Оптимальные условия для формирования высокого урожая семян люцерны второго года жизни складываются при выпадении за вегетационный период не более 250 мм осадков, и большая их часть приходится на период от отрастания до цветения. Количество дней без осадков во время цветения должно быть 60 %, гидротермический коэффициент 0,6–1,0; среднесуточная температура воздуха в фазе цветения около +21–22 °С и в фазе плодобразования +19–20 °С, относительная влажность воздуха не более 70 %. При дефиците насекомых-опылителей семенники люцерны целесообразно размещать на южных склонах полей вдоль лесополос, балок и оврагов в виде небольших удлиненных участков (20–25 га), так как дикие пчелы-опылители совершают полеты от мест гнездования на расстояние до 200–250 м. Численность их в зависимости от погодных условий может колебаться от 300 до 2000 шт/га. Важно, чтобы в период цветения люцерны дикие опылители не отвлекались на большие цветущие поля других медоносов.

Семенная люцерна предъявляет особые требования к факторам жизни по сравнению с кормовой. Чтобы не допустить израстания и полегания, люцерну нежелательно размещать на очень плодородных и хорошо удобренных полях. Семенники лучше размещать на средних по плодородию почвах с содержанием гумуса не более 3%, но высоко обеспеченных подвижными формами фосфора, калия, кальция, бора и молибдена. Это уменьшает опасность израстания во влажные годы.

Обработка почвы под семенную люцерну такая же, как и под кормовую.

Главная задача заключается в применении комплекса мер по борьбе с сорняками (улучшенная зябь или полупар). Весной проводят ранневесеннее боронование и выравнивание зяби, внесение почвенных гербицидов под предпосевную культивацию.

Фосфорно-калийные удобрения вносят в дозе  $P_{60}K_{60}$ , азотные удобрения, как правило, не применяют. Симбиотическая азотфиксация дает возможность обходиться на семенных посевах в основном биологическим азотом. Люцерна хорошо отзывается на применение микроэлементов (бор, молибден и др.). Молибден активизирует усвоение азота клубеньковыми бактериями, а бор способствует улучшению оплодотворения и завязывания семян.

Микроэлементы можно применять для обработки семян, вносить в почву вместе с минеральными удобрениями и в некорневые подкормки в фазе бутонизации растений. Микроэлементы можно включать в состав драже при дражировании семян.

**Семеноводство.** В производстве практикуются весенние и летние сроки посева, подпокровные и беспокровные способы. При весеннем посеве под покров однолетних культур применяются обычные рядовые и широкорядные посевы с нормой высева семян 2–3 млн шт/га на глубину 2–3 см, но они сильно затеняются и угнетаются, в результате снижается урожайность семян. Получение высокого урожая в течение 3–4 лет жизни растений возможно только при весеннем беспокровном широкорядном посеве с равномерным распределением растений в рядах (10–25 шт/м<sup>2</sup>). Разреженное размещение растений способствует формированию высокопродуктивного стеблестоя за счет улучшения фотосинтеза и корневого питания, оптимальному нарастанию надземной и подземной фитомассы, лучшей освещенности посевов, транспорту ассимилятов в генеративные органы. В широкорядных, с междурядьями 45 см, разреженных посевах с нормой высева 0,25–0,5 млн шт/га всхожих семян образуются 160–200 генеративных стеблей на 1 м<sup>2</sup> с 10–15 соцветиями на каждом стебле, что создаёт более благоприятные условия для опылителей. Для обеспечения таких норм высева семян необходима

тщательная подготовка почвы, сеялок и семян.

Разработано дражирование семян люцерны, позволяющее получить оптимальную густоту стояния и равномерное распределение растений на площади. Оптимальная глубина посева на тяжёлых заплывающих суглинистых почвах 1–1,5 см, на среднесуглинистых – 2–2,5 см. Более глубокий посев может привести к снижению полевой всхожести.

На весенних беспокровных широко-рядных посевах в первый год жизни для борьбы с сорняками применяют боронование по всходам, во второй и последующие годы – ранневесеннее дискование до отрастания, междурядные обработки и окучивание. Для борьбы с израстанием и полеганием главное внимание уделяют подбору сортов, окучиванию растений и осеннему подрезанию корневой системы. Горизонтальное подрезание осенью или весной до отрастания люцерны проводят на глубину до 25 см, начиная со второго года жизни. Особенно эффективен этот агроприём во влажные годы, потому что предупреждает израстание и полегание растений, способствует улучшению минерального питания. Подрезание плоскорезами усиливает интенсивность отрастания молодых корней и увеличивает величину их активной, усваивающей поверхности в пахотном слое. Его лучше проводить осенью, что способствует накоплению влаги в осенне-зимне-весенний период. При засухе подрезание корней может привести к снижению урожая семян.

Семена можно получать с первого, полуторного или второго укосов. В годы с жарким засушливым маем целесообразнее на семена использовать первый укос. Если же в это время стоит прохладная влажная погода и сильно распространены вредители, лучше подкосить семенную люцерну в фазе бутонизации или за 7–10 дней до её наступления. В первом случае семена получают со второго укоса, а во втором – с полуторного. В зависимости от погодных условий предпочтение может отдаваться различным срокам уборки. Более высокие урожаи семян обычно получают с первого укоса.

### **Строение растений, рост и развитие.**

*Корневая система* люцерны мощная, стержневая, сильно ветвящаяся, состоит из утолщённого главного и сильно развитых и хорошо разветвлённых боковых корней, отходящих под острым или почти прямым углом. Большинство экотипов люцерны жёлтой образуют несколько разветвлённых ветвящихся главных корней (кустовая форма). Главный корень может проникать в почву в первый год жизни на 2–3 м, а в последующие годы до 5–10 м и более. От него отходят боковые корни первого, второго и последующих порядков. Основная масса корней (70–80 % всей корневой системы) располагается в слое почвы 0–50 см. На самых мелких боковых корнях четвёртого-пятого порядка поселяются клубеньковые бактерии, усваивающие азот воздуха. Они находятся в клубеньках размерами 3–4 мм, окрашенных в розовый или светло-коричневый цвет.

Важной частью растений люцерны является корневая шейка («коронка») – место перехода нижней части главного стебля в корень. В ней накапливаются запасные питательные вещества, закладываются почки, из которых весной и после укоса образуются новые побеги, а в случае необходимости и восстанавливаются подземные органы. У молодых растений корневая шейка расположена близко к поверхности почвы, из-за чего они более чувствительны к низким температурам и вытаптыванию скотом. С возрастом растений коронка погружается в почву на глубину 10 см, что во многом определяет устойчивость к неблагоприятным условиям перезимовки. У люцерны жёлтой коронка больше и расположена глубже, чем у синей. Поэтому жёлтая люцерна является более зимостойкой, но медленнее отрастает весной и после укосов.

Сильно развитая корневая система люцерны за 2–3 года жизни растений оставляет в пахотном слое почвы 6–10 т/га корневой массы, что по содержанию азота в органическом веществе равноценно внесению 30–40 т/га навоза.

*Стебли (куст)*. Растение люцерны образует многостебельный куст, отходящий от корневой шейки. Форма куста в фазе бутонизации и в начале цветения в зависимости от густоты стояния растений

прямостоячая, полуразвалистая или развалистая. У люцерны жёлтой куст развалистый и рыхлый, у синей – прямостоячий с небольшим числом стеблей. Стебли травянистые, прямостоячие, ветвистые, высотой не более 100 см у жёлтой люцерны и до 150 см у синей. Стебли с 10–20 междоузлиями, в поперечном сечении округлые или четырёхгранные, голые или опушённые, заполненные в той или иной степени паренхимой, хорошо облиственные. Облиственность в первый год жизни растений достигает 50 %, на второй-третий составляет около 40 % от массы надземной части. Число и длина междоузлий в значительной степени зависят от почвенно-климатических условий. При более высокой температуре в период вегетации они развиваются ускоренно и остаются более низкими, имеют более короткие междоузлия и меньшее их количество. На стеблях растений люцерны первого укоса междоузлия длиннее и число их больше. Число и особенно длина междоузлий – видовой и сортовой признаки.

Высота растений в первый год жизни достигает 50 см, на второй-третий 100–150 см. При разреженном посеве в благоприятных условиях одно растение может образовать до 100–200 хорошо облиственных стеблей. Стебли люцерны формируются как из почек зоны кушения, так и из почек стеблевых узлов. Они бывают трёх типов: генеративные с соцветиями, вегетативные удлинённые и вегетативные укороченные в виде розетки листьев. После фазы цветения растений и созревания семян люцерны побеги отмирают, а новые образуются после перезимовки, скашивания или выпасания. В последних случаях из почки верхнего узла оставшейся части формируется побег. При отращании весной или осенью после скашивания образуется розетка стеблей с укороченными междоузлиями. Форма её в определённой степени является показателем устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды. Устойчивые экотипы люцерны синей имеют развилистую розетку, когда побеги приподнимаются на 20–40 % над поверхностью почвы, а зимостойкие экотипы

люцерны жёлтой – полулежачую и лежачую.

*Листья* люцерны сложные, тройчатые, с прилистниками. Боковые листочки сидят на коротких, а средний (центральный) листочек – на более длинном черешочке. Пластинки листа в верхней части зубчатые или остроконечные. Расположение листьев на стебле очередное. Форма листочков различается даже в пределах одного растения и зависит от местоположения листа на стебле, густоты травостоя, водного и питательного режимов почвы. Наиболее типичны для вида (сорта) листочки среднего яруса. У разных видов люцерны они бывают эллипсовидные, обратояйцевидные, округлые. Листочки нижних листьев чаще клиновидной или ланцетовидно-яйцевидной формы, верхних – яйцевидно-продолговатой. Окраска листьев светло-зелёная и тёмно-зелёная, с нижней стороны они иногда имеют опушение, от чего приобретают сероватый оттенок.

*Соцветие* люцерны – многоцветковая кисть длиной 1,5–1,8 см и более. Кисть может по форме быть удлинённой, цилиндрической, рыхлой (у люцерны синей), округлой, головчатой (у люцерны жёлтой) и переходной между этими формами. Кисти располагаются на верхушках стеблей и боковых ветвей. На каждом стебле развивается 20–40 соцветий с 10–20 цветками каждое. Отдельные цветки сидят на цветоножках и имеют у основания по два нитеподобных прицветника.

*Цветки* люцерны мотылькового типа, обоеполые, с лепестками разной окраски: фиолетовой, сиреневой, жёлтой, светло-жёлтой, бело-розовой, почти белой; имеют чашечку с пятью заострёнными зелёными чашелистиками и венчик из пяти лепестков мотылькового строения (лодочка, парус и два весла). В цветке 10 тычинок, из них девять срастаются и образуют тычиночную трубку (колонку), внутри которой проходит столбик пестика, рыльце которого немного выступает из тычиночной трубки. Десятая тычинка свободная, заключена вместе с колонкой в лодочке.

Особенностью строения цветка люцерны является образование основанием лодочки выступов, которое удерживает

тычиночную трубку (колонку) внутри лодочки. Люцерна – перекрёстноопыляющееся растение. Раскрытие цветков и опыление производят пчёлы и шмели, и лишь некоторая часть цветков может раскрываться при встряхивании. При посещении цветка насекомыми или термическом воздействии колонка выходит из лодочки и сильно прижимается к парусу. Такое состояние цветка называют открытым. Возможно как перекрёстное опыление, так и самоопыление цветков. Венчики цветков имеют яркую окраску: однотонную фиолетовую у люцерны синей, фиолетовую разных оттенков (от светло-сиреневой до тёмно-фиолетовой и пёстрой) у люцерны синей и жёлтогибридной, жёлтую без оттенков у люцерны жёлтой. Окраска венчика является видовым признаком.

*Плод* люцерны – многосемянный боб буро-коричневой или желтовато-серой окраски в зависимости от вида. У люцерны жёлтой боб серповидный или почти прямой, чаще с 2–3 семенами; у люцерны синей – свёрнутый спирально в 2–6 оборотов с 5–7 и более семенами. При созревании боб имеет окраску от светло-коричневой до тёмно-коричневой, растрескивается и легко осыпается, в результате чего при запаздывании с уборкой может теряться много семян.

*Семена* люцерны мелкие, жёлтой, желтовато-бурой, буро-коричневой, серо-жёлтой окраски. У люцерны синей и синегибридной семена почковидной формы, жёлтого и бледно-коричневого цвета, длиной 2,5 мм, шириной 1,4 мм, толщиной 0,9 мм. У люцерны жёлтой семена сердцевидной формы, коричнево-жёлтой окраски, длиной 1,7 мм, шириной 1,3 мм и толщиной 0,8 мм. Масса 1000 семян у эко-типа люцерны синей 1,3–2,5 г, жёлтой – 0,7–1,5 г.

**Фазы вегетации, этапы органогенеза.** У люцерны первого года жизни отмечают следующие фенологические фазы роста и развития:

- *прорастание;*
- *всходы или появление семядолей;*
- *появление настоящего тройчатого листа;*
- *ветвление (стеблевание);*
- *бутонизацию;*

- *цветение;*
- *плодоношение;*
- *созревание.*

У люцерны второго и третьего годов:

- *начало весеннего отрастания;*
- *ветвление (стеблевание);*
- *бутонизацию;*
- *цветение;*
- *плодоношение;*
- *созревание.*

Семена люцерны начинают прорастать при температуре около 2–3 °С, но оптимальной считается 18–20 °С. Семена набухают и на 2–3 сутки после посева трогаются в рост. Чем теплее период посева, тем быстрее появляются всходы и лучше развиваются растения люцерны. При повышении среднесуточной температуры воздуха с 5 до 20 °С время появления всходов сокращается с 19 до 5–7 суток. Повышение температуры на один градус приводит к сокращению периода появления всходов примерно на сутки. Для полного появления всходов люцерны требуется сумма эффективных температур 102 °С. Люцерна выдерживает и довольно низкие температуры. Всходы и молодые растения могут переносить заморозки до 5–6 °С, а более взрослые растения выдерживают до минус 20 °С. В зимний период при хорошем снежном покрове растения люцерны переносят морозы до 30–40 °С. Зимостойкость люцерны во многом определяется сроком последнего скашивания. Для лучшей перезимовки очень важно последний укос проводить не позднее, чем за 30–40 суток до наступления устойчивых морозов. За это время люцерна успевает отрасти, сформировать розетку и накопить достаточное количество запасных питательных веществ.

Для прорастания семян необходимо 120–130 % воды от их массы. Лучше всего семена люцерны прорастают при влажности почвы 70–80 % от полной полевой влагоемкости. Если влажность почвы выше, всхожесть семян снижается из-за недостатка воздуха и кислорода в почве.

При летнем посеве первые фазы развития проходят быстрее, чем при весеннем сроке. Высота растений летом в фазе ветвления всего 7–9 см и даже меньше. К концу сентября растение имеет все орга-



ны, кроме генеративных, и начинает формироваться коронка. Нижняя часть стебля утолщается до 0,3–0,5 см, а зона кущения (коронка) формируется достаточно полно. Почка возобновления закладываются на эпикотиле (участок стебля проростка растения между семядольным узлом и узлом первого настоящего листа), на гипокотиле (участок стебля проростка семенного растения ниже семядольного узла) и корневой шейке почки не формируются. Почки и укороченные побеги хорошо перезимовывают и весной продолжают свой рост и развитие.

Органогенез люцерны состоит из 12 этапов [5]:

*Первый этап* характеризуется формированием конуса нарастания и первых зародышевых листьев почечки. У побегов, развивающихся из семян, он продолжается с момента формирования почечки в зародыше до прорастания семян. При вегетативном возобновлении первый этап начинается с момента пробуждения почек в коронке и заканчивается развёртыванием первого листа почки.

*Второй этап* дифференциации конуса нарастания побега отличается от первого тем, что у его основания начинают интенсивно формироваться зачатки настоящих стеблевых листьев, узлов и междоузлий стебля. Междоузлия остаются в сближенном состоянии, растения находятся в прикорневой розетке. Происходит заложение боковых вегетативных почек. Таким образом, на втором этапе у люцерны происходит формирование вегетативных органов самого побега и почек возобновления. Темпы и характер дифференциации конуса нарастания на втором этапе органогенеза у люцерны определяют продолжительность и интенсивность вегетативного размножения и долголетия особи. С продолжительностью второго этапа органогенеза также связано накопление пластических веществ, необходимых для перехода к генеративному развитию.

*Третий этап* характеризуется увеличением размеров конуса нарастания и формированием зачаточных прицветных листьев соцветия.

На *четвёртом этапе* образуется соцветие люцерны, которое представляет собой кисть с цветковыми бугорками.

*Пятый этап* связан с формированием у люцерны органов цветка. В начале пятого этапа около каждого цветкового бугорка хорошо заметны прицветники. Переход к пятому этапу – начало дифференциации цветкового бугорка, в конце этапа закладываются первичные архесподиальные клетки (группа клеток, из которых развиваются мега- и микроспоры у покрытосеменных). Этот процесс у люцерны длителен.

На *шестом этапе* растут тычинки и в пыльниках образуется одноядерная пыльца.

*Седьмой этап* – интенсивный рост покровных органов цветка, тычиночной трубки, пестика, осей соцветий и цветоножек.

*Восьмой этап* – фаза бутонизации.

*Девятый этап* – цветение и опыление. К началу фазы цветения растений люцерны венчик приобретает характерную окраску.

На *десятом этапе* у люцерны происходит оплодотворение, формирование боба и дифференциация зародыша в семени. Наблюдается усиленный рост плода в длину и ширину.

На *одиннадцатом этапе* в семядолях семени откладываются запасные питательные вещества, семядоли интенсивно растут, плод утолщается и образуются его характерные завитки.

*Двенадцатый этап* – созревание боба и семян.

### **Фенология**

*Фенологические наблюдения* – регистрация очередной фазы развития с целью установления различий в росте и развитии растений по вариантам опыта. На основании фенологических наблюдений выявляются различия вариантов в наступлении и продолжительности фенологических фаз, а также по вегетационному периоду. Очень важно отмечать различия в течение вегетации, что позволяет оценить характер и продолжительность действия изучаемых факторов.

Фенологические наблюдения на семенных посевах люцерны проводят на выделенных постоянных четырёх пло-

шадках на учётных рядках делянки площадью 0,5–1,0 м<sup>2</sup> и отмечают даты:

- посева;
- появления всходов в год посева или весеннего отрастания у растений второго и третьего годов жизни;
- ветвления (стеблевания);
- бутонизации;
- цветения;
- плодоношения;
- созревания.

Фенологию при выращивании люцерны на кормовые цели (сено, сенаж и др.) проводят в следующие фазы роста и развития и отмечают даты:

- всходов в год посева или весеннего отрастания у растений второго и третьего годов жизни;
- ветвления (стеблевания);
- бутонизации;
- скашивания (первый укос, второй и т.д.).

### **Биометрия**

*Биометрия* – наблюдения за количественными показателями роста и развития растений, признаками которых являются густота стояния растений, высота растений, сухая масса растений и т. д.

Биометрические наблюдения и учёт проводят на выделенных делянках на четырёх пробных площадках площадью 0,5–1,0 м<sup>2</sup> каждая.

Оценку роста и развития растений люцерны при выращивании на семена проводят по показателям:

- средняя высота растений, см;
- число растений на 1,0 м<sup>2</sup> после появления всходов и перед уборкой, шт.;
- среднее число стеблей на одном растении, шт.;
- масса семян с 1,0 м<sup>2</sup> и с одного растения, г.

Оценку роста и развития растений люцерны при выращивании на кормовые цели проводят по показателям:

- средняя высота растений, см;
- число растений на 1,0 м<sup>2</sup> после появления всходов и перед каждым скашиванием, шт.;
- среднее число стеблей на одном растении, шт.;
- масса надземной части растений после каждого укоса, кг/м<sup>2</sup>.

### **Лабораторно-аналитические наблюдения**

Определяют физические и химические свойства почвы, содержание питательных элементов в надземной вегетативной биомассе и в семенах люцерны. В зелёной массе определяют питательную ценность кормов.

*Влажность почвы и запасы влаги* определяют на глубину до 150 см послойно через 10 см: весной перед посевом 1-го года жизни или при весеннем отрастании растений 2-го, 3-го годов жизни люцерны в шести точках опыта, в фазе бутонизации и перед уборкой на семена – на пробных площадках каждой делянки или в двух несмежных повторениях опыта, в фазе созревания боковых кистей первого порядка – на тех же пробных площадках. В свежих единичных почвенных образцах параллельно с определением влажности определяют содержание нитратной и аммонийной форм азота.

Другие *агрофизические показатели почвы* определяют в слое 0–40 см послойно через 10 см, если это предусмотрено программой исследований.

*Агрохимические показатели почвы* (за исключением форм минерального азота) изучают в слое 0–60 см послойно через 20 см, отбирая единичные почвенные образцы в 16–20 точках опыта перед посевом и при возобновлении вегетации растений. Каждый образец почвы анализируют отдельно.

Виды физических и химических анализов почвы определяются целями и задачами исследований.

*Анализ растительных образцов* включает определение содержания питательных элементов после мокрого озоления: азота по ГОСТ 13496.4-93, фосфора по ГОСТ 26657-97, калия по ГОСТ 26726-85.

Виды анализа растительных образцов и сроки их отбора для анализа определяются целями и задачами исследований.

### **Учёт урожая**

Проводят в фазе полной спелости семян обмолотом всех растений учётной площади делянки. За несколько дней до уборки осматривают опытный участок, делянки, при необходимости делают *выключки* – исключение части учётной делянки вследствие случайных повреждений или ошибок, допущенных

во время работы. Семена с учётной площади каждой делянки взвешивают и после взвешивания отбирают пробы для определения влажности семян по ГОСТ 12041-82 [6], чистоты и отхода семян по ГОСТ 12037-81 [7] и химического анализа.

Урожайность семян определяют по формуле:

$$Y = \frac{M \cdot 10 \cdot (100 - B)}{S \cdot (100 - B_{ст.})} \cdot \frac{(100 - C)}{100},$$

где  $Y$  – урожайность при стандартной влажности семян, т/га;

$M$  – масса семян с делянки, кг;

$S$  – учётная площадь делянки, м<sup>2</sup>;

$B$  – влажность семян при взвешивании урожая, %;

$B_{ст.}$  – стандартная влажность семян, %;

$100$  – коэффициент для пересчёта урожая на стандартную влажность;

$C$  – отход примеси, %.

Учёт урожая зелёной массы проводят после каждого укоса в фазе бутонизации и суммируют в конце сезона. Определяют урожайность зелёной массы по формуле:

$$Y = \frac{M \cdot 10}{S},$$

где  $Y$  – урожайность зелёной массы, т/га;

$M$  – масса растений с делянки, кг;

$S$  – учётная площадь делянки, м<sup>2</sup>.

### Расчёт потребления питательных элементов

Потребление питательных элементов вегетативной массой растений или семенами люцерны рассчитывают по формуле:

$$P = Y \cdot C \cdot 10,$$

где  $P$  – потребление элемента питания, кг/га;

$Y$  – урожайность зелёной массы или семян, т/га;

$C$  – содержание питательного элемента, %.

### Список литературы

1. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опы-

тах с основными полевыми культурами. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 538 с.

2. Коломейченко В.В. Люцерна // Растениеводство: учебник. – М.: Агробизнесцентр, 2007. – С. 445–458.

3. Трубилин И.Т., Малюга Н.Г., Василько В.П. Люцерна и эспарцет // Научные основы биологизированной системы земледелия в Краснодарском крае. – Краснодар, 2004. – С. 353–371.

4. Люцерна, клевер, эспарцет // Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. – Краснодар, 2015. – С. 316–322.

5. Шеуджен А.Х., Онищенко Л.М., Хурум Х.Д. Люцерна. – Майкоп: ОАО Полиграфиздат «Адыгея», 2007. – 226 с.

6. ГОСТ 12041-82. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения влажности. – М.: Стандартинформ, 2011. – С. 109–114.

7. ГОСТ 12037-81. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – М.: Стандартинформ, 2011. – С. 16–34.

### References

1. Lukomec V.M., Tishkov N.M., Semerenko S.A. Metodika agrotehničkih issledovanij v opytah s osnovnymi polevymi kulturami. – Krasnodar: Prosveshhenie-Jug, 2022. – 538 s.

2. Kolomejchenko V.V. Ljucerna // Rastenievodstvo: uchebnik. – M.: Agrobiznescentr, 2007. – S. 445–458.

3. Trubilin I.T., Maljuga N.G., Vasil'ko V.P. Ljucerna i jesparcet // Nauchnye osnovy biologizirovannoj sistemy zemledelija v Krasnodarskom krae. – Krasnodar, 2004. – S. 353–371.

4. Ljucerna, klever, jesparcet // Sistema zemledelija Krasnodarskogo kraja na agrolandschaftnoj osnove. – Krasnodar, 2015. – S. 316–322.

5. Sheudzhen A.H., Onishhenko L.M., Hurum H.D. Ljucerna. – Majkop: OAO Poligrafizdat «Adygeja», 2007. – 226 s.

6. GOST 12041-82. Semena sel'skokhozyajstvennykh kultur. Metody opredeleniya vlazhnosti. – M.: Standartinform, 2011. – S. 109–114.

7. GOST 12037-81. Semena sel'skokhozyajstvennykh kultur. Metody opredeleniya chistoty i otkhoda semyan. – M.: Standartinform, 2011. – S. 16–34.

### Сведения об авторах

**В.М. Лукомец**, науч. руководитель, д-р с.-х. наук, акад. Рос. акад. наук

**Н.М. Тишков**, гл. науч. сотр., д-р с.-х. наук

**М.В. Трунова**, зам. директора по научной работе, канд. биол. наук

Получено/Received

15.10.2024

Получено после рецензии/Manuscript peer-reviewed

17.10.2024

Получено после доработки/Manuscript revised

25.10.2024  
*Принято/Accepted*  
31.10.2024  
*Manuscript on-line*  
25.12.2024