

Елена Викторовна Власова

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, заведующая лабораторией полевых культур, кандидат биологических наук, Москва, Россия

E-mail: stevlas@yandex.ru

Иван Михайлович Куликов

Федеральный научный селекционно-технологический центр садоводства и питомниководства, директор, доктор экономических наук, академик РАН, Москва, Россия

E-mail: vstisp@vstisp.org

ВЫБОР СОРТА ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

С целью установления влияния климатических показателей на продолжительность вегетационного периода в условиях Московской области проводились многолетние полевые испытания (2009–2020 гг.) сортов люпина узколистного с обычным индетерминантным моноподиально-симподиальным ветвлением (Белозерный 110 и Немчиновский 846) в сравнении с детерминантными сортами колосовидного (эпигонального) типа (Дикаф 14 и Ладный). Среднемесячные температуры воздуха на протяжении периода вегетации в первые годы наблюдений (2009–2014) превышали среднемноголетние значения, но в дальнейшем стали часто снижаться до уровня и ниже среднемноголетних данных. Разница в датах созревания между колосовидными и индетерминантными сортами не превышала трех дней в течение шести лет, была в пределах 7–12 дней – четыре года, от 9 до 24 дней – в 2017 г., более 45 дней – в 2019 г. В 38–78 % случаев повышение среднесуточной температуры воздуха на 1 °С в среднем ускоряло наступление даты цветения и даты созревания у индетерминантных сортов на 1,9–2,5 и 6,2–7,5 дней; у колосовидных сортов – на 1,3–1,4 и 2,8–3,3 дня соответственно. В остальных случаях изменения продолжительности фенологических периодов обусловлены влиянием менее существенных ($t_r < t_{05}$) факторов. На основании результатов испытания сортов в различные по климатическим показателям годы установлено, что для дружного созревания сортов индетерминантного типа до середины августа необходимо, чтобы среднесуточная температура воздуха в период «цветение-созревание» превышала +19 °С. Если климатические показатели региона ниже установленной границы, то для гарантированного получения урожая семян рекомендуется использовать сорта с редуцированным ветвлением.

Ключевые слова: люпин узколистный, индетерминантный, колосовидный, эпигональный, продолжительность вегетационного периода.

Elena V. Vlasova

Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery, Head of the Field Crops Laboratory, Candidate of Biological Sciences, Moscow, Russia

E-mail: stevlas@yandex.ru

Ivan M. Kulikov

Federal Scientific Selection and Technology Center for Horticulture and Nursery, Director, Doctor of Economics, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

E-mail: vstisp@vstisp.org

LUPINE NARROW-LEAVED VARIETY SELECTION DEPENDING ON CLIMATE CONDITIONS

In order to establish the influence of climatic indicators on the duration of the growing season in the Moscow region, long-term field trials (2009–2020) of narrow-leaved lupine varieties with the usual indeterminate monopodial-sympodial branching (Belozerny 110 and Nemchinovsky 846) were carried out in comparison with determinant varieties of spike-like (epigonal) type (Dikaf 14 and Ladny). The average monthly air temperatures during the growing season in the first years of observations (2009–2014) exceeded the average long-term values, but later began to often decrease to the level and below the average long-term data. The difference in ripening dates between spike-shaped and indeterminate varieties did not exceed three days in six years, was within 7–12 days – for four years, from 9 to 24 days – in 2017, more than 45 days – in 2019. An increase of the average daily air temperature by 1°C in 38 – 78 % of cases accelerated the onset of the flowering date and the maturation date of indeterminate varieties by an average of 1.9...2.5 days and 6.2...7.5 days, respectively; of spike-like varieties by 1.3...1.4 days and 2.8...3.3 days, respectively. In other cases, changes in the duration of phenological periods are due to the influence of less significant ($t_r < t_{05}$) factors. On the basis of the results of testing varieties in years different in terms of climatic indicators, it was found that for the good and even ripening of varieties of an indeterminate type until mid-August, it is necessary that the average daily air temperature during the "flowering-ripening" period exceeds +19 °C. If the climatic indicators of the region are below the established limit, then it is recommended to use varieties with reduced branching to ensure a guaranteed yield of seeds.

Keywords: narrow-leaved lupine, indeterminate, spike-shaped, epigonal, duration of the growing season.

Введение. На сегодняшний день из всех зернобобовых культур люпин узколистный считается наиболее адаптированным к условиям центральных регионов Нечерноземной зоны РФ источником растительного белка [1]. С продвижением этой культуры в северные регионы страны проблема выбора сорта становится особенно актуальной [2]. Сложности возделывания сортов люпина узколистного с обычным ветвлением, так называемого индетерминантного типа, в этих условиях связаны с длительным вегетативным ростом, который вызывает перераспределение потоков пластических веществ, большая часть которых идет на поддержание функционирования фотосинтетического аппарата растений, но не на синтез белковых веществ и формирование семян [3]. Редуцированное ветвление решает проблему вегетативного израстания и сокращает период вегетации, однако ограничивает размер потенциальной продуктивности сортов [4, 5].

Цель исследования: оценить влияние климатических условий на сроки созревания семян и готовности к уборке индетерминантных сортов (Немчиновский 846 и Белозерный 110) и сортов с крайней степенью редукции ветвления (колосовидного, эпигонального типа) (Ладный и Дикаф 14).

Объекты и методы исследования. Опыты проводили в 2009–2020 гг. на территории

п. Михнево Ступинского района Московской области на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых почвах, в полевом севообороте с использованием традиционных агротехнических мероприятий. Сроки посева сортов определялись метеорологическими условиями и физической зрелостью почвы. Семена высевали рядовым способом на делянках 2 м², в двукратной повторности. Норма высева – 100 семян на 1 м². Уборку осуществляли вручную. Климатические характеристики рассчитаны на основе данных наблюдений метеорологической станции п. Михнево (55°7.3' с.ш., 37°57.6' в.д.).

Результаты исследования и их обсуждение **I. Особенности погодных условий в 2009–2020 гг.**

Первые годы наблюдений (2009–2014) отражали устойчивую тенденцию изменения климата в направлении повышения среднемесячной температуры воздуха по сравнению со средне-многолетними показателями, но в последующие годы температурный маятник все чаще стал отклоняться в меньшую сторону. Среднемесячная температура воздуха на уровне и ниже среднемноголетних значений отмечена в июле 2015, мае-июле 2017, июле-августе 2019, мае 2020 г. (табл.).

**Характеристика погодных условий по месяцам вегетации люпина узколистного
(2009–2020 гг.)**

Год	Среднесуточная t воздуха, °С					Сумма осадков, мм				
	Май	Июнь	Июль	Август	Средняя	Май	Июнь	Июль	Август	Сумма
2009	12,3	18,3	20,1	17,2	17,0	16	26	48	61	151
2010	16,9	19,8	25,5	22,2	21,1	36	23	4	92	154
2011	14,8	18,9	22,5	17,9	18,5	5	27	74	60	166
2012	15,2	17,2	20,6	18,0	17,8	34	110	18	85	246
2013	16,7	19,9	19,0	18,1	18,4	131	84	106	55	375
2014	15,6	16,1	20,3	19,3	17,8	46	87	14	41	188
2015	13,1	16,8	17,6	16,8	16,1	129	69	109	28	335
2016	13,7	16,9	19,9	18,7	17,3	91	117	152	101	461
2017	9,6	13,9	17,5	17,7	14,7	59	64	64	32	218
2018	15,6	16,8	20,7	19,1	18,0	15	18	44	10	87
2019	16,1	19,7	16,3	16,0	17,0	26	54	80	52	213
2020	11,4	18,3	18,6	16,9	16,3	135	160	107	24	426
Средне-многолетние	11,4	15,4	17,7	16	15,1	49	63	78	74	264

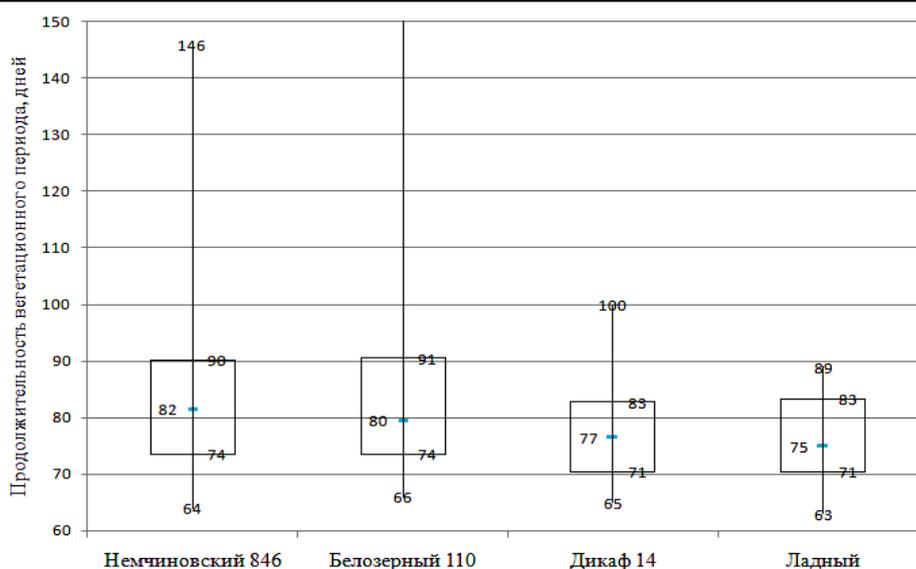
2009, 2011, 2012, 2014, 2017, 2018 гг. характеризовались чередованием периодов умеренной засухи и обилия осадков в течение вегетации, но созревание бобов проходило в умеренно засушливых условиях, способствующих дружному завершению вегетации растений люпина узколистного. Экстремально засушливые условия 2010 г. привели к сокращению периода цветения и формирования бобов, опаданию завязей и бобов, сильному растрескиванию бобов (даже у сортов с геном *le*) и осыпанию семян на корню. На протяжении всего периода вегетации в 2013, 2015, 2016, 2020 гг. отмечали избыточное количество осадков, которое приводило к заплыванию почв и угнетению растений из-за ухудшения воздушного режима, что благоприятствовало массовому распространению болезней и вредителей, а также способствовало росту вегетативной массы и задерживало созревание семян. В июле и августе 2019 г. отмечали регулярное и обильное выпадение осадков на фоне умеренных температур воздуха, приводившее к развитию болезней. Теплых и сухих дней с III декады августа и всю первую половину сентября оказалось недостаточно для дружного созревания индетерминантных сортов люпина узколистного. Убранные вручную растения потребовалось дозаривать.

II. Сроки прохождения межфазных периодов

Посев сортов осуществлялся с 29 апреля по 13 мая. Появление всходов отмечали 11–22 мая. Одновременное появление всходов у всех четы-

рех сортов было связано с отсутствием твердо-семянности. Различия между сортами по дате цветения не превышали 3 дней, что свидетельствует об одинаковой их термочувствительности и отсутствии потребности в яровизации. В 50 % случаев цветение отмечали во II декаде июня (20–23.06), реже в I и III декадах. Средняя продолжительность периода «всходы-цветение» составляла 32–37 дней, минимальная – 27–29, максимальная – 42–45 дней.

Сроки созревания семян колосовидных и индетерминантных сортов в течение шести лет наблюдений (2009–2011, 2014, 2016, 2018) были практически одновременные (+3 дня). Пять лет (2012, 2013, 2015, 2017, 2020) дату полной спелости сортов с обычным боковым ветвлением отмечали позже колосовидных на 7–12 дней. Большинство лет наблюдений календарная дата созревания эпигональных сортов приходилась на период с III декады июля по I декаду августа, а индетерминантных – на III декаду июля (15 августа). В 2017, 2020 гг. сорта были готовы к уборке позже обычных сроков: эпигональные – во II декаде августа, а индетерминантные – в III декаде августа. Преимущества колосовидных форм оценили по достоинству в 2019 г. В то время, как у индетерминантных сортов еще в сентябре оставались зелеными вегетативные органы и бобы на боковых ветвях, сорта колосовидного типа закончили вегетацию во II декаде августа. Изменчивость продолжительности вегетационного периода по годам показана на рисунке.



Изменчивость продолжительности вегетационного периода у колосовидных и индетерминантных сортов

По результатам корреляционно-регрессионного анализа было установлено наличие достоверной обратной связи (средней и высокой тесноты) продолжительности периодов «всходы-цветение», «цветение-созревание» и «всходы-созревание» со среднесуточной температурой воздуха в эти периоды ($r = -0,61 \dots -0,88$ в зависимости от сорта и периода вегетации). В 38–78 % случаев повышение среднесуточной температуры воздуха на 1°C в среднем приводило к сокращению продолжительности периода «всходы-цветение» у индетерминантных сортов на 1,9–2,5 дня, у колосовидных – на 1,3–1,4 дня, а периода «цветение-созревание» у индетерминантных сортов – на 6,2–7,5 дней, у эпигональных – на 2,8–3,3 дня. В остальных случаях изменения обусловлены влиянием других, менее существенных факторов (например суммой осадков или ГТК), значения коэффициентов корреляции которых с продолжительностью межфазных периодов оказались недостоверными ($t_r < t_{05}$).

Выводы. Несмотря на генетические различия, повышение температуры воздуха ускоряет прохождение этапов органогенеза у всех сортов люпина узколистного. Австралийские исследователи пришли к аналогичным выводам, считая, что длина дня и температура оказывают основное влияние на продолжительность периода «всходы-цветение» [6], а ветвление индетерминантных сортов даже в условиях орошения и при высоком плодородии почвы ограничено температурой окружающей среды [7]. Но в большинстве люпиносеющих регионов Австралии завершение

вегетации люпина происходит в условиях терминальной засухи, когда температура воздуха превышает $+30^\circ\text{C}$ [8]. В то же время сокращение периода вегетации люпина узколистного под влиянием повышенных температур воздуха отмечали и в менее экстремальных условиях центрального региона РФ [9]. Проведенный нами опыт в различные по климатическим показателям годы охватил как период глобального потепления, так и годы спада температурных показателей. Поэтому он позволил определиться с основным условием, необходимым для дружного созревания семян у сортов индетерминантного типа. Когда среднесуточная температура воздуха в период «цветение-созревание» была выше $+19^\circ\text{C}$, сорта разных типов ветвления дружно завершали вегетацию без вегетативного израстания. При выборе сортов в этой ситуации целесообразно отдавать предпочтение более продуктивным индетерминантным сортам. Но в годы, когда показатель оказывался ниже $+19^\circ\text{C}$, с получением семян от индетерминантных сортов возникали трудности, связанные с позднеспелостью, разновременностью созревания бобов и обилием сырой вегетативной массы. В этом случае были очевидны преимущества сортов с редуцированным ветвлением.

Литература

1. Артюхов А.И., Подобедов А.В. Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплементарным белком // Кормопроизводство. 2012. № 5. С. 3–4.

2. Бопп В.Л., Данилов М.Е. Люпин узколистный: влияние гербицидов и удобрений на продуктивность зеленой массы // Вестник КрасГАУ. 2020. № 5. С. 73–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-73-79.
3. Яговенко Л.Л., Мисникова Н.В., Яговенко Г.Л. Зависимость между метеоусловиями вегетационного периода и количеством и качеством урожая семян узколистного люпина в севооборотах // Кормопроизводство. 2012. № 5. С. 13–16.
4. Витко Г.И. Оценка сортов узколистного люпина с ограниченным ветвлением // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 134–141.
5. Козловский А.А. К усовершенствованию моделей сортов люпина узколистного // Стратегия и приоритеты развития земледелия и селекции полевых культур в Беларуси: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня основания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» / ИВЦ Минфина. Минск, 2017. С. 290–292.
6. Reader M.A., Dracup M., Kirby E.J.M. Time to flowering in narrow-leaved lupin // Australian Journal of Agricultural Research. 1995. 46. P. 1063–1077.
7. Reader M.A., Dracup M., Atkins C.A. Transient high temperatures during seed growth in narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.). II. Injuriously high pod temperatures are likely in Western Australia // Australian Journal of Agricultural Research. 1997. 48. P. 1179–1186.
8. Palta J.A., Berger J.D., Ludwig C. The growth and yield of narrow leafed lupin: myths and realities // 'Lupins for Health and Wealth' Proc. of the 12th Int. Lupin Conf. 14–18 Sept. 2008 Fremantle, Western Australia Palta J.A., J.B. Berger (eds). Canterbury, New Zealand, 2008. P. 20–25.
9. Агеева П.А., Почутина Н.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016. № 1 (17) С. 99–103.

References

1. Artyuhov A.I., Podobedov A.V. Lyupin – vazhnaya sostavlyayuschaya chast' strategii samobespecheniya Rossii komplementarnym belkom // Kormoproizvodstvo. 2012. № 5. S. 3–4.
2. Bopp V.L., Danilov M.E. Lyupin uzkolistnyj: vliyanie gerbicidev i udobrenij na produktivnost' zelenoj massy // Vestnik KrasGAU. 2020. № 5. S. 73–79. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-5-73-79.
3. Yagovenko L.L., Misnikova N.V., Yagovenko G.L. Zavisimost' mezhdru meteouсловiyami vegetacionnogo perioda i kolichestvom i kachestvom urozhaya semyan uzkolistnogo lyupina v sevooborotah // Kormoproizvodstvo. 2012. № 5. S. 13–16.
4. Vitko G.I. Ocenka sortov uzkolistnogo lyupina s ogranichennym vetvleniem // Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2019. № 2. С. 134–141.
5. Kozlovskij A.A. K usovershenstvovaniyu modelej sortov lyupina uzkolistnogo // Strategiya i priority razvitiya zemledeliya i selekcii polevyh kul'tur v Belarusi: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 90-letiyu so dnya osnovaniya RUP «Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zemledeliyu» / IVC Minfina. Minsk, 2017. S. 290–292.
6. Reader M.A., Dracup M., Kirby E.J.M. Time to flowering in narrow-leaved lupin // Australian Journal of Agricultural Research. 1995. 46. P. 1063–1077.
7. Reader M.A., Dracup M., Atkins C.A. Transient high temperatures during seed growth in narrow-leaved lupins (*Lupinus angustifolius* L.). II. Injuriously high pod temperatures are likely in Western Australia // Australian Journal of Agricultural Research. 1997. 48. P. 1179–1186.
8. Palta J.A., Berger J.D., Ludwig C. The growth and yield of narrow leafed lupin: myths and realities // 'Lupins for Health and Wealth' Proc. of the 12th Int. Lupin Conf. 14-18 Sept. 2008 Fremantle, Western Australia Palta J.A., J.B. Berger (eds). Canterbury, New Zealand, 2008. P. 20–25.
9. Ageeva P.A., Pochutina N.A. Aktual'nye trebovaniya k novym sortam uzkolistnogo lyupina v usloviyah menyayuschegosya klimata // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2016. № 1 (17) S. 99–103.