

ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА УЗКОЛИСТНОГО
В СУБАРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

В.А. КОРЕЛИНА, О.Б. БАТАКОВА, И.В. ЗОБНИНА

(Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук – Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства)

В статье представлены результаты сортоизучения люпина узколистного по основным хозяйственно-полезным признакам, определена эффективность производства зерна скороспелого люпина Ладный в условиях Северного региона России. Исследования проводили в лаборатории растениеводства Архангельского НИИСХ на базе ФГУП «Котласское». При подборе сортов люпина узколистного для испытания в пределах северного земледелия мы исходили из стремления выделить наиболее продуктивные и скороспелые сорта, которые вполне могли бы развиваться в местных природных условиях и при принятой системе земледелия для Северного региона. В процессе исследований изучали 5 сортов: Фазан, Дикаф, Ладный (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»), Сидерат, Надежда (ФГБНУ «Всероссийский НИИ люпина»). Основной лимитирующий фактор в условиях севера – это скороспелость сорта. Самый короткий вегетационный период в наших исследованиях выявлен у сорта Ладный 55 (суток на зеленую массу и 89–110 суток на зерно). Среди всех образцов по урожайности зеленой массы и сухого вещества выделились позднеспелые образцы Надежда (31,1 и 5,3 т/га), Сидерат (46–36,7 и 36,7 т/га соответственно). Урожайность зеленой массы у скороспелого сорта Ладный составила 30,0 т/га, сухого вещества – 4,8 т/га. По урожайности зерна по всем трем годам испытания выделился скороспелый сорт Ладный (2,00 т/га). Урожайность семян в 2019 г. получена лишь у этого сорта, остальные сорта в условиях 2019 г. не вызрели. По кормовым достоинствам зеленой массы сорт Ладный превзошел все испытываемые сорта. Экономическая эффективность от внедрения в производство люпина сорта Ладный на зернофураж по сбору белка с 1 га в наших исследованиях составила 143%, рентабельность – 326%. Таким образом, при подборе скороспелых сортов использование люпина узколистного на зернофуражные цели в условиях субарктической зоны возможно и экономически выгодно.

Ключевые слова: люпин узколистный, сорт, урожайность, белок, адаптивность, эффективность.

Введение

Одними из важнейших проблем современного сельского хозяйства в условиях субарктической зоны РФ являются увеличение производства кормов и улучшение их сбалансированности по питательным элементам, так как ограниченный набор высокобелковых кормовых культур затрудняет обеспечение сельскохозяйственных животных полноценным кормом. В связи с этим важное значение приобретают правильный

подбор и адаптация перспективных культур, сортов, эффективно использующих биоклиматический потенциал зоны.

Для успешного развития современного интенсивного животноводства необходимы кормовые компоненты с высоким содержанием переваримого протеина и жира. В качестве таких компонентов используют в основном сою. Имеется еще одна культура с аналогичными сое питательными веществами – это люпин, экструдированная смесь которого с небольшим добавлением рапса способна полностью заменить по полножирную сою [1].

Многие исследователи в своих работах указывают на огромный дефицит белка в кормах, негативно сказывающийся на себестоимости продуктов животноводства. Так, 1 ц зерна люпина по содержанию растительного белка равноценен 5,4 ц овса, 4,8 ц зерна ячменя, 5,9 ц кукурузы. По биологической ценности протеин зерна люпина находится в одном ряду с соей и некоторыми концентрированными кормами. Люпин узколистный в сельхозпроизводстве ценится как высокобелковая культуры в кормлении животных. Содержание сырого протеина в его зерне, в зависимости от сорта и погодно-климатических условий, варьируется от 30,4 до 38,0% [2, 3].

Весьма актуальным направлением селекции является расширение географического потенциала культур. В связи с этим важным становится продвижение разных видов люпина в северные регионы, использование их там как на семена, так и в качестве сидеральной культуры. Для этого необходим поиск сортов, дающих стабильный урожай семян и зеленой массы в зоне рискованного земледелия [4, 5]. Постоянный недостаток растительных белков в кормах поднимает проблему по созданию и внедрению сортов люпина нового поколения, адаптированных к конкретным условиям выращивания [6, 7]. Многие авторы отмечают, что скороспелые сорта люпина узколистного могут возделываться в России до 59° северной широты [8, 9]. Для получения высокой продуктивности сортам узколистного люпина в первую половину вегетации требуются хорошая влагообеспеченность и невысокий температурный режим [10]. Эти условия характерны для центральной и южной частей субарктической зоны Российской Федерации.

Цель исследований – сравнение хозяйственно-ценных признаков и свойств сортов люпина узколистного и определение возможности использования на зеленую массу и зерно в условиях субарктической зоны Российской Федерации.

Для достижения цели были поставлены такие задачи, как:

1. Определение продолжительности вегетации испытываемых сортов.
2. Выявление наиболее продуктивных сортов по зеленой массе и зерну.
3. Расчет экономической эффективности при возделывании перспективного сорта для северных условий.

Методика исследований

Полевой опыт и все наблюдения проводили в лаборатории растениеводства Архангельского НИИСХ на базе ФГУП «Котласское». Почва опытного участка дерново-подзолистая глеевая, суглинистая. Мощность пахотного горизонта – 20–25 см; рН – 6,0; содержание гумуса среднее и составило 2,2%; содержание подвижного фосфора P_2O_5 – 250 мг/кг почвы; обменного калия K_2O – 100 мг/кг.

В процессе исследований изучали 5 сортов: Фазан, Дикаф, Ладный (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»), Сидерат, Надежда (ФГБНУ «Всероссийский НИИ люпина»). Посев проводили при физической спелости почвы (в 2017 г. – 10 мая, в 2018 г. – 14 мая, в 2019 г. – 17 мая). Опыты закладывали по методике государственного

сортоиспытания. Повторность опытов четырехкратная, площадь делянки – 10 м², размещение делянок систематическое. Посев рядовой с междурядьями 15 см, норма высева – 1,3 млн шт/га. Перед посевом семена обрабатывались ризоторфином. Предшественник – однолетние травы на зеленый корм. В 2018 и 2019 гг. сорт люпина узколистного Ладный был заложен в производственных условиях на площади 1 га. При проведении наблюдений, оценок и учетов использовали такие методики, как «Методические указания ВИР по изучению коллекции многолетних кормовых растений» (Л., 1985), «Широкий унифицированный классификатор СЭВ» (Л., 1983), «Методика Госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур» (М., 1985). Пробы растений для химического анализа отбирали в фазу укосной спелости. Содержание питательных веществ в растениях определяли в аналитической лаборатории методом инфракрасной спектроскопии на приборе Nir Scanner 4250. Математическую обработку результатов исследований проводили по Б.А. Доспехову (1985) и на ПК с использованием пакета программ AGROS v. 2.07 и программы STATGRAPHICS for Windows v. 5.1.

В течение вегетационного периода проведена фенология культуры, дана оценка растений на поражаемость болезнями, повреждение вредителями, осуществлен учет урожайности зеленой массы и семян, выхода сухого вещества. В полевых условиях использовали оборудование: сеялки СКС-6–10, СН-16, рыхлитель РФ-1, Сампо-130, Сампо-500. Подработку высушенного вороха проводили на аспирационной колонке АК-1 и семяочистительной машине СМ-15.

Результаты и их обсуждение

Исследования проводили в годы с резко контрастными метеорологическими условиями, которые повлияли на рост, развитие и продуктивность изучаемых сортов, позволили выявить сорта, пригодные для северного земледелия. Котласский район входит в четвертый сельскохозяйственный район Архангельской области, где агроклиматические условия для производства сельскохозяйственной продукции являются наиболее благоприятными. Сумма активных температур в данном районе составляет 1700–1850°С, годовое количество осадков – 470–620 мм, средняя продолжительность безморозного периода – 127 дней [11].

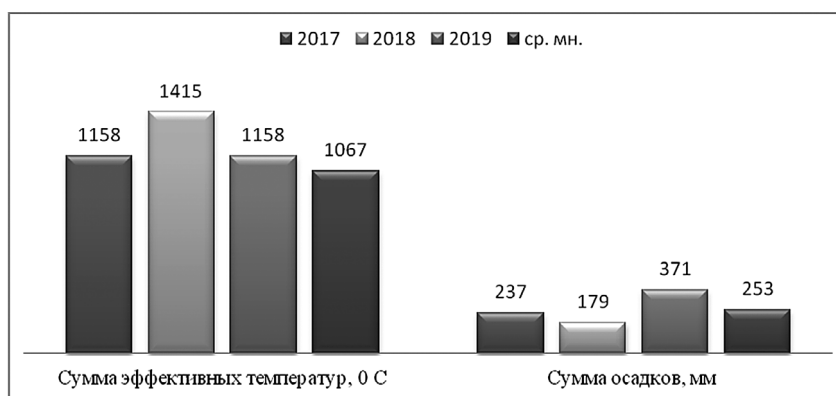


Рис. 1. Характеристика метеоусловий за годы проведения опыта

Условия вегетаций (май-сентябрь) 2017–2018 гг. по сумме эффективных температур и осадков характеризовались как относительно благоприятные для онтогенеза люпина, а 2019 г. был крайне неблагоприятным, так как пониженные

температуры в июле-августе крайне отрицательно сказались на развитии растений (рис. 1). Во все годы исследований месяцы май и июнь характеризовались как влагообеспеченные, июль и август 2018 и 2019 гг. – с избыточным увлажнением, 2017 г. – недостаточно увлажненный. В.А. Корелина, характеризуя вегетационный период 2018 г., в своей работе пишет: «Наивысшая сумма эффективных температур отмечена в 2018 г., но резкие колебания температуры в течение суток в июне (от -2 до $+20^{\circ}\text{C}$) крайне отрицательно сказались на развитии растений в этот период. Сумма эффективных температур отмечена выше среднеголетних значений на $91\text{--}348^{\circ}\text{C}$ (среднеголетние – 1067°C), сумма осадков за вегетационные периоды по вышеуказанным годам составила $98\text{--}203\%$ от нормы (норма – 183 мм)» [12].

При подборе сортов люпина узколистного для испытания в пределах северного земледелия мы стремились выделить наиболее продуктивные и скороспелые сорта, которые вполне могли бы развиваться в местных природных условиях и при принятой системе земледелия для Северного региона.

Надежда (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») – сорт люпина зернофуражного типа использования. Одно из основных достоинств сорта – надежная устойчивость к растрескиванию и скороспелость. Вегетационный период составляет $80\text{--}86$ дней. СОРТУ свойственна холодостойкость. Он отличается низким содержанием алкалоидов в семенах ($0,033\%$), содержит белка $31,0\text{--}32,0\%$.

Сидерат 46 (ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса») относится к скороспелому биотипу. Продолжительность вегетационного периода в зависимости от погодных условий варьирует от 76 до 90 дней. Период от всходов до технологической спелости зеленой массы (фаза блестящего боба) составляет $43\text{--}56$ дней. Сорт среднеустойчив к фузариозному поражению, толерантен к антракнозу. Предназначен для выращивания зеленой массы и заправки ее в качестве органического удобрения. **Ладный** (ФГБНУ Московский НИИСХ «Немчиновка») относится к группе раннеспелых детерминантных сортов интенсивного типа, предназначен для возделывания на зерно. Средний урожай зерна в конкурсном сортоиспытании составил 31 ц/га. Содержание сырого протеина в зерне – $33\text{--}35\%$, в сухом веществе зеленой массы – до 21% , алкалоидов в зерне $0,01\text{--}0,05\%$ (группа малоалкалоидных сортов). Сорт отзывчив на внесение минеральных удобрений.

Дикаф 14 (ФГБНУ Московский НИИСХ «Немчиновка», РГАУ-МСХА) – сорт интенсивного типа. Относится к группе раннеспелых, отзывчив на внесение минеральных удобрений. Урожайность зерна составляет $21,1\text{--}35,0$ ц/га, сухого вещества – $38,3\text{--}47,8$ ц/га, зеленой массы – до 300 ц/га.

Фазан (ФГБНУ Московский НИИСХ «Немчиновка») – сорт интенсивного типа. Относится к группе раннеспелых детерминантных сортов, предназначен для возделывания на зерно. Средний урожай зерна составляет 30 ц/га. Содержание сырого протеина в зерне – $33\text{--}35\%$, в сухом веществе зеленой массы – до 21% , алкалоидов в зерне – $0,01\text{--}0,05\%$ (группа малоалкалоидных сортов).

Основной лимитирующий фактор в условиях севера – это скороспелость сорта. За три года исследований вегетационный период на зеленую массу изучаемых сортов составил $62\text{--}68$ дней. Самый короткий вегетационный период в наших исследованиях выявлен у сорта Ладный – 55 суток на зеленую массу (табл. 1).

Высота растений у изучаемых сортов варьировала от 65 до 87 см. Различия по высоте растений между сортами люпина узколистного начали проявляться с фазы стеблевания, в более ранние фазы различий не выявлено. Наибольшая высота растений люпина за три года наблюдалась у сорта Сидерат – $46\text{--}87$ см (рис. 2). Самый скороспелый сорт Ладный показал наименьшую высоту – 65 см.

**Характеристика сортов по основным хозяйственно-полезным свойствам,
в среднем за 2017–2019 гг.**

| Сорт | Продолжительность вегетационного периода, сут. | Высота растений в укосную спелость, см | Урожайность зеленой массы, т/га | Выход сухого вещества, т/га |
|------------|--|--|---------------------------------|-----------------------------|
| Фазан | 62 | 72 | 24,6 | 4,1 |
| Дикаф | 62 | 74 | 26,0 | 4,3 |
| Ладный | 55 | 65 | 30,0 | 4,8 |
| Сидерат 46 | 67 | 87 | 36,7 | 6,1 |
| Надежда | 68 | 78 | 31,1 | 5,3 |
| НСР05 | | | 4,76 | 0,81 |

Среди всех образцов по урожайности зеленой массы и сухого вещества выделились позднеспелые образцы Надежда (31,1 т/га и 5,3 т/га), Сидерат (46–36,7 т/га и 6,1 т/га соответственно). Урожайность зеленой массы у скороспелого сорта Ладный составила 30,0 т/га, сухого вещества – 4,8 т/га.

При изучении химического состава зеленой массы люпинов сорт Ладный превзошел все испытываемые сорта по содержанию кормовых единиц на 0,08–0,14 к.е.; обменной энергии – на 0,52–1,0 МДж; жира – на 1,81–3,74 г; по содержанию кальция, фосфора, каротина – на 2,35–3,96 мг; 0,21–0,64 г; 35,53–45,39 г соответственно (табл. 2). Основной показатель – содержание сырого протеина в зеленой массе – составил у сорта Ладный 142,42 г на 1 кг абсолютно сухого вещества, что существенно выше всех изучаемых сортов и соответствует зоотехнической норме. Сорт люпина Сидерат 46 показал наивысшие результаты по содержанию клетчатки (236,2 г) и сахара (195,3 мг).

По урожайности зерна во все годы испытаний выделился скороспелый сорт Ладный – 2,00 т/га (табл. 3). Урожайность семян в 2019 г. получена лишь у этого сорта, остальные сорта в условиях 2019 г. не вызрели. Вегетационный период по годам исследований у сорта Ладный составил 89 сут. в 2017–2018 гг. и 110 сут. в 2019 г. Наивысшей массой 1000 семян характеризовались сорта Фазан, Дикаф и Ладный (129,4–131,4 г). Устойчивость к полеганию у всех сортов люпина согласно международному классификатору отмечена как высокая, составив 9 баллов.



Рис. 2. Сорт Сидерат 46
в фазу укосной спелости, 2019 г.

Таблица 2

Оценка зеленой массы сортов по качеству корма, в среднем за 2017–2019 гг.

| Сорта | Кормовые единицы | Обм. энергия, МДж | В 1 кг абсолютно сухого вещества | | | | | | | |
|------------|------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|--------|--------------|------------|------------|-----------|-------------|
| | | | Протеин, г | | Жир, г | Клетчатка, г | Сахара, мг | Кальций, г | Фосфор, г | Каротин, мг |
| | | | сырой | переваримый | | | | | | |
| Фазан | 0,57 | 8,37 | 99,4 | 64,96 | 34,99 | 299,1 | 152,3 | 7,70 | 2,57 | 69,85 |
| Дикаф | 0,60 | 8,60 | 109,6 | 71,22 | 35,85 | 284,4 | 125,1 | 8,67 | 2,57 | 78,90 |
| Сидерат 46 | 0,63 | 8,85 | 108,2 | 70,32 | 36,92 | 236,2 | 195,3 | 9,31 | 2,14 | 69,04 |
| Надежда | 0,62 | 8,77 | 107,9 | 70,11 | 36,59 | 248,0 | 184,2 | 9,10 | 2,14 | 70,84 |
| Ладный | 0,71 | 9,37 | 142,4 | 92,57 | 38,73 | 246,3 | 141,0 | 11,66 | 2,78 | 114,43 |

Таблица 3

Показатели зерновой продуктивности сортов, в среднем за 2017–2019 гг.

| Сорт | Урожайность семян, т/га | | | | Вегетационный период, сут. | | Масса 1000 семян, г (2018 г.) |
|------------|-------------------------|---------|---------|-----------|----------------------------|---------|-------------------------------|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | в среднем | 2017–2018 гг. | 2019 г. | |
| Фазан | 1,5 | 1,7 | - | 1,06 | 91 | - | 129,5 |
| Дикаф | 1,8 | 1,6 | - | 1,13 | 91 | - | 131,4 |
| Сидерат 46 | 2,0 | 2,1 | - | 1,37 | 91 | - | 104,6 |
| Надежда | 1,4 | 1,4 | - | 0,93 | 91 | - | 129,4 |
| Ладный | 2,1 | 2,2 | 1,7 | 2,00 | 89 | 110 | 120,8 |
| НСР 05 | 0,30 | 0,34 | | 0,42 | | | |

Люпин узколистый сорта Ладный в 2018 и 2019 гг. был посеян в чистом виде на площади 1,0 га, в 2018 г. урожайность семян составила 2,2 т/га, в 2019–1,7 т/га (рис. 3). Содержание белка в семенах люпина узколистого сорта Ладный составило 40,06%, содержание клетчатки – 18,55%.

Основным показателем посевных качеств семян является их всхожесть. Количество проросших семян люпина узколистого сорта Ладный в средней пробе

составило 97%. На рисунке 4 показаны проростки семян, подтверждающие хорошую их выполненность и возможность получать в условиях субарктической зоны не только товарное зерно, но и полноценный семенной материал.

На базе ФГУП «Котласское» в 2018 и 2019 гг. был заложен производственный опыт на площади 1 га по изучению люпина узколистного сорта Ладный, проведено его сравнительное изучение по экономической эффективности с ячменем яровым сорта Таусень.

Оценка экономической эффективности выявила высокий уровень рентабельности возделывания люпина узколистного на семена в субарктической зоне Российской Федерации (табл. 4).



Рис. 3. Сорт Ладный в фазу созревания бобов



Рис. 4. Определение послеуборочной всхожести люпина узколистного сорта Ладный, урожай 2018 г.

Таблица 4

Экономическая эффективность от сбора протеина с единицы площади, в среднем за 2018–2019 гг.

| Показатели | Сорт ячменя Таусень | Сорт люпина Ладный |
|---|---------------------|--------------------|
| Семенная продуктивность, т/га | 2,5 | 2,2 |
| Выход протеина с единицы площади, ц/га | 2,53 | 6,16 |
| Стоимость валового сбора протеина, руб/га | 9394 | 22872 |
| Производственные затраты, руб/га | 3713 | 5367 |
| Условно чистый доход, руб/га | 5681 | 17505 |
| Экономическая эффективность, % | 100 | 143 |
| Рентабельность, % | 153 | 326 |

Экономическая эффективность от внедрения в производство люпина сорта Ладный на зернофураж по сбору белка с 1 га в наших исследованиях составила 143%, рентабельность – 326%.

Выводы

На основании полученных экспериментальных данных выявлено, что биологический потенциал люпина узколистного при подборе скороспелых сортов позволяет выращивать их в условиях субарктической зоны на зеленую массу и зернофуражные цели. В результате комплексной оценки по параметрам экологической пластичности сортов люпина узколистного выделены два сорта: Сидерат 46 и Ладный (сорт Сидерат 46 – как наиболее продуктивный по вегетативной массе, сорт Ладный – как наиболее урожайный по зерну и технологическим качествам вегетативной массы). В условиях Северного региона современные сорта люпина способны обеспечить урожайность зерна свыше 2,0 т/га и зеленой массы свыше 36,0 т/га. При подборе скороспелых сортов использование люпина узколистного на зернофуражные цели является экономически выгодным. Результаты исследований будут способствовать развитию сбалансированной кормовой базы в регионе, снижению экономических затрат в системе полевого кормопроизводства.

Библиографический список

1. *Артюхов А.И.* Люпин – важная составляющая часть стратегии самообеспечения России комплементарным белком / А.И. Артюхов, А.В. Подобедов // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 3–4.
2. *Агеева П.А.* Результаты испытания сортов узколистного люпина / П.А. Агеева, Н.А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 3 (27). – С. 77–81.
3. *Исаева Е.И.* Разноротационные севообороты с люпином и соей и их эффективность в полевом кормопроизводстве / Е.И. Исаева, А.И. Артюхов // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 8–10.
4. *Егорова Г.П.* Генетические ресурсы коллекции люпина Вир для селекции / Г.П. Егорова, А.Е. Соловьева, Г.И. Проскурякова // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 30-летию со дня основания Всероссийского научно-исследовательского института люпина. – Брянск: ЗАО Издательство «Читай-город», 2017. – С. 13–23.
5. *Агеева П.А.* Люпин узколистный в обеспечении производства растительного белка / П.А. Агеева, Н.А. Почутина, А.А. Клименко // Кормопроизводство. – 2012. – № 5. – С. 20–21.
6. *Егорова Г.П.* Биохимическая характеристика семян люпина (*Lupinus L*) из коллекции ВИР / Г.П. Егорова, Т.В. Шеленга, Г.И. Проскурякова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – № 3 (31). – С. 79–87.
7. *Агеева П.А.* Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата / П.А. Агеева, Н.А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1. – С. 99–103.
8. *Такунов И.П.* Энергосберегающая роль люпина в современном сельскохозяйственном производстве / И.П. Такунов // Кормопроизводство. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
9. *Наумкин В.Н.* Агробиологическая оценка сортов и сортообразцов кормового люпина в условиях Центрально-Черноземного региона / В.Н. Наумкин, А.И. Артюхов, М.И. Лукашевич, О.Ю. Куренская // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 2 (18). – С. 127–133.

10. Агеева П.А. Актуальные требования к новым сортам узколистного люпина в условиях меняющегося климата / П.А. Агеева, Н.А. Почутина // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 1 (17). – С. 99–103.

11. Агроклиматические ресурсы Архангельской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 136 с.

12. Корелина В.А. Влияние абиотических факторов на семенную продуктивность клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях субарктической зоны РФ / В.А. Корелина // Адаптивное кормопроизводство. – 2019. – № 2. – С. 40–47.

PROSPECTS FOR CULTIVATING BLUE LUPINE IN THE SUBARCTIC ZONE OF RUSSIA

V.A. KARELINA, O.B. BATRAKOVA, I.V. ZOBNINA

(Primorye Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research –
Arkhangelsk Research Institute of Agriculture)

The paper presents the results of blue lupine variety studies by the main economic and useful features. The authors determine the efficiency of grain production of early-ripening lupine variety of Ladny in the Northern region of Russia. The research was carried out in the plant growing laboratory of the Arkhangelsk Research Institute of Agriculture located on the premises of the unitary enterprise “Kotlasskoe”. When selecting plants for testing within the Northern agricultural zone, the authors were guided by the goal to identify productive varieties of blue lupine, which could well develop under local natural conditions and the conventional system of farm production adopted in the Northern region. In the course of research, five varieties were studied: Fazan, Dikaf, Ladny (FRC “Nemchinovka”), Siderat, Nadezhda (All-Russian Lupine Research Institute). The main limiting factor in the conditions of the North is the early maturation of the variety. In the present research, the shortest growing season of 55 days for green mass and 89–110 days for grain was found with the Ladny variety. Among all the samples, the yield of green mass and dry matter was observed for late-ripening samples of Nadezhda–31.1 t/ha and 5.3 t/ha, Siderat – 46–36.7 t/ha and 36.7 t/ha, respectively. The yield of green mass in the early-ripening Ladny variety amounted to 30.0 t/ha, dry matter – 4.8 t/ha. According to the grain yield for all three years of testing, the early-ripening precocious Ladny variety ranked first with a yield of 2.00 t/ha. In 2019, the seed yield was obtained only from this variety, while the other varieties did not mature at all. The Ladny variety surpassed all the tested varieties in terms of the feed value of the green mass. In the present research, the economic efficiency of introducing the Ladny lupine variety into grain forage production was 143% as for protein yield per hectare and the profitability accounted for 326%. Thus, when selecting early-ripening varieties, the use of blue lupine for grain-forage purposes in the Subarctic zone is feasible and economically profitable.

Key words: blue lupine, variety, yield, protein, adaptability, efficiency.

References

1. Artyukhov A.I. Lyupin – vazhnaya sostavlyayushchaya chast' strategii samobespecheniya Rossii komplementarnym belkom [Lupine as an important component of the strategy of Russia's self-supplying with complementary protein] / Artyukhov A.I., Podobedov A.V. // Kormoproizvodstvo. 2012; 5: 3–4. (In Rus.)

2. Ageeva P.A. Rezul'taty ispytaniy sortov uzkolistnogo lyupina [Results of testing varieties of narrow-leaved lupine] / Ageeva P.A., Pochutina N.A. // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – 2018; 3 (27): 77–81. (In Rus.)

3. *Isaeva E.I.* Multiple crop rotation patterns with lupine and soybeans and their efficiency in field forage production / Isaeva E.I., Artyukhov A. I // *Kormoproizvodstvo*. 2012; 5: 8–10. (In Rus.)

4. *Egorova G.P.* Geneticheskie resursy kollektzii lyupina Vir dlya selektsii [Genetic resources of the VIR lupine collection for breeding purposes] / Egorova G. P, Solovyova A.E., Proskuryakova G.I. // *Sb. materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 30-letiyu so dnya osnovaniya Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lyupina*. Bryansk: ZAO "Izdatel'stvo "Chitay-gorod". 2017: 13–23. (In Rus.)

5. *Ageeva P.A.* Lyupin uzkolistniy v gruppe proizvodstva rastitel'nogo belka [Blue lupine in ensuring the production of vegetable protein] / P.A. Ageeva, Poutine N.A. Klimenko A.A. // *Kormoproizvodstvo*. 2012; 5: 20–21. (In Rus.)

6. *Egorova G.P.* Biokhimicheskaya kharakteristika semyan lyupina (*Lupinus L*) iz kollektzii VIR [Biochemical characteristics of lupine seeds (*Lupinus L*) from the VIR collection] / Egorova G.P., Shelenga T.V., Proskuryakova G.I. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2019; 3 (31): 79–87. (In Rus.)

7. *Ageeva P.A.* Aktual'nye trebovaniya k novomu sortam uzkolistnogo lyupina v usloviyakh menyayushchegosya klimata [Current requirements for new varieties of blue lupine under a changing climate] / Ageeva P.A., Pochutina N.A. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2016; 1: 99–103. (In Rus.)

8. *Takunov I.P.* Energoberegayushchaya rol' lyupina v sovremennom sel'skokhozyaystvennom proizvodstve [Energy-saving role of lupine in modern agricultural production] / Takunov I.P. // *Kormoproizvodstvo*, 2001; 1: 3–7. (In Rus.)

9. *Naumkin V.N.* Agrobiologicheskaya otsenka sortov i sortoobraztsov kormovogo lyupina v usloviyakh Tsentral'no-Chernozemnogo regiona [Agrobiological assessment of varieties and cultivars of feed lupine grown in the conditions of the Central Chernozem region] / Naumkin V.N., Artyukhov A.I., Lukashevich M.I., Kurenskaya O.Yu. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2016; 2(18): 127–133. (In Rus.)

10. *Ageeva P.A.* Aktual'nye trebovaniya k novomu sortam uzkolistnogo lyupina v usloviyakh menyayushchegosya klimata [Current requirements for new varieties of blue lupine under changing climate conditions] / Ageeva P.A., Pochutina N.A. // *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*. 2016; 1(17): 99–103. (In Rus.)

11. *Agroklimaticheskiye resursy Arkhangel'skoy oblasti* [Agro-climatic resources of the Arkhangelsk region]. – L.: Gidrometeoizdat, 1971: 136. (In Rus.)

12. *Korelina V.A.* Vliyaniye abioticheskikh faktorov na na semennuyu produktivnost' klevera lugovogo (*Trifolium pratense L.*) v usloviyakh subarkticheskoy zony RF [Influence of abiotic factors on the seed productivity of meadow clover (*Trifolium pratense L.*) in the subarctic zone of the Russian Federation] / Korelina V.A. // *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2019; 2: 40–47. (In Rus.)

Корелина Валентина Александровна, канд. с.-х. наук, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук – Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (163032, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский район, п. Луговой, д. 10; e-mail: 19651960@mail.ru).

Батакова Ольга Борисовна, канд. с.-х. наук, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской

академии наук – Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (163032, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский район, п. Луговой, д. 10).

Зобнина Ирина Валентиновна, научный сотрудник, Приморский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Российской академии наук – Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (163032, Российская Федерация, Архангельская обл., Приморский район, п. Луговой, д. 10).

Valentina A. Korelina, PhD (Ag), the Primorye Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research – Arkhangelsk Research Institute of Agriculture (163032 Arkhangelsk region, Primorsky district, Lugovoy settlement, 10; e-mail: 19651960@mail.ru).

Olga B. Batakova, PhD (Ag), the Primorye Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research – Arkhangelsk Research Institute of Agriculture (163032 Arkhangelsk region, Primorsky district, Lugovoy settlement, 10; e-mail: 19651960@mail.ru).

Irina V. Zobnina, Research Associate, the Primorye Branch of N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research – Arkhangelsk Research Institute of Agriculture (163032 Arkhangelsk region, Primorsky district, Lugovoy settlement, 10; e-mail: 19651960@mail.ru).