

Для майских данных также характерен сильный разброс значений на участках с низкой урожайностью. Коэффициент корреляции понизился до 0,66. Некоторые участки с низкой урожайностью сравнивались по вегетационному индексу с участками с высокой урожайностью. Для данных за июнь коэффициент корреляции упал до 0,33, участки с низкой урожайностью по вегетационному индексу обогнали участки с высокой продуктивностью.

В ходе практической части работы участки с высоким вегетационным индексом и низкой урожайностью были идентифицированы на материалах съемки с беспилотно летательного аппарата. В итоге нами было обнаружено, что они полностью лежат в ареалах распространения сорной растительности.

Выводы

Данные спутниковой съемки и рассчитанные на их основании вегетационные индексы могут быть использованы для моделирования и прогнозирования урожайности. Оптимальные фазы развития озимой пшеницы для моделирования урожайности – фазы начала трубкования и молочной спелости, при этом тесная статистическая связь сохранялась до начала созревания зерна и, как следствие, усыхания растительности.

Важным недостатком использования дистанционной съемки при моделировании урожайности сельскохозяйственных культур является наличие сорной растительности. На низкопродуктивных участках культурные растения сильно разрежены, что дает возможность для развития сорняков. В большинстве случаев вегетационный индекс сорной растительности значительно превышает вегетационный индекс культурных растений, что создает значительные погрешности при моделировании урожайности на низкопродуктивных участках.

На значения и динамику вегетационного индекса каждого участка поля могут оказывать влияние сотни факторов, наиболее значимые из которых: погодные условия, дата сева сельскохозяйственных культур, их сорта, плодородие почв и другие. На значения вегетационного индекса и его динамику также оказывают влияние даты внесения удобрений и химических обработок почвы.

Несмотря на все недостатки использования вегетационного индекса для моделирования урожайности, мы счита-

ем, что его использование в ретроспективных моделях для выделения зон стабильно высокой и низкой продуктивности оправдано с последующим созданием зон дифференцированного управления плодородием почвы. Это связано в первую очередь с тем, что для подавляющего большинства анализируемых полей и дат характер связи является линейным. Этот факт позволяет без каких-либо уравнений пересчета говорить об урожайности в относительных единицах. При этом, зная среднее значение урожайности, возможно без особого труда перейти от относительных показателей к абсолютным.

Литература

1. Remote Sensing of total dry-matter accumulation in winter wheat / C. J. Tucker [et al.] // Remote Sensing of Environment. – 1981. – Vol. 11, № 3 – P. 171–189.
2. Ball, S. T. Relationship between grain yield and remotely-sensed data in wheat breeding experiments plant breeding / S. T. Ball, C. F. Konzak // Remote Sensing of Environment. – 1993. – Vol. 110, № 4. – P. 277–282.
3. Quarmby N. A. The use of multi-temporal NDVI measurements from AVHRR data for crop yield estimation and prediction / N. A. Quarmby, M. Milnes, T. L. Hindle // Intern. J. of Remote Sensing. – 1993. – Vol. 14, № 2. – P. 247–262.
4. Operational prediction of crop yields using modis data and products / P. C. Doraiswamy [et al.] // Remote sensing support to crop yield forecast and area estimates XXXVI–8/W48 Workshop proceedings, Stresa, November 30 – December 1, 2006. – P. 137–141.
5. Corn and soybean yield indicators using remotely sensed vegetation index / M. Zhang [et al.] // Proceedings of the 3rd International Conference, Milan, 23–26 June. – P. 403–415.
6. Mapping Grain Sorghum Yield Variability Using Airborne Digital Videograph / C. Yan [et al.] // Precision Agriculture. – 2000. – Vol. 2, № 1. – P. 7–23.
7. Yang, C. Relationships Between Yield Monitor Data and Airborne Multispectral Digital Imagery for Grain Sorghum / C. Yang, J. H. Everitt // Precision Agriculture. – 2002. – Vol. 3, № 4. – P. 373–384.
8. Peña-Barragán, J. M. Sunflower yield related to multi-temporal aerial photography, land elevation and weed infestation / J. M. Peña-Barragán, F. López-Granados, M. Jurado-Expósito // Precision Agriculture. – 2010. – Vol. 11, № 5. – P. 568–585.
9. Регрессионные модели прогнозирования урожайности зерновых в Украине по спутниковым данным различной природы / Н. Н. Куцусь [и др.] // Наукові праці ДонНТУ. – 2013. – № 17. – С. 94 – 99.
10. Антоненко, В. С. Оценка состояния посевов и прогноз урожайности озимой пшеницы в Украине по данным многоспектральной космической съемки / В. С. Антоненко, Р. В. Гащенко // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2005. – № 254. – С. 55–58.
11. Мониторинг урожайности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.poletehnika.com.ua/ru/item/116-monitoring_urozhaynosti. – Дата доступа : 25.03.2018.
12. NDVI – теория и практика [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html>. – Дата доступа: 25.03.2018.

УДК: 633.367.3:631.52

Производительность зеленой массы различных морфотипов люпина белого

К. П. Бродецкая, научный сотрудник, Е. М. Бродецкая, младший научный сотрудник
Украинская лаборатория качества и безопасности продукции АПК

(Дата поступления статьи в редакцию 12.02.2018 г.)

Приведены результаты исследований по формированию элементов продуктивности зеленой массы разных морфотипов белого люпина коллекционных образцов в зависимости от высоты растений и длины боковых ветвей I и II порядка. Выявлено, что группа среднерослых растений (высотой 92 см) формирует продуктивность зеленой массы за счет листьев и бобов, где их образуется больше в сравнении с низкорослой (высота растений 72,4 см) и высокорослой (115 см) группами.

Введение

Проблема дефицита растительного белка во многих странах мира вызвала повышенный интерес к люпину.

The research results on the white lupin morphotype green material productivity element formation from collection samples depending on the plant height and length of late tillers of the first and second order are stated. It is revealed that the group of mid-tall plants (the plant height is 92 cm) forms the green material productivity at the expense of leaves and beans where they are formed highly as compared with stunted group (the plant height is 72 cm) and tall (115 cm) one.

Высокое содержание ценного белка и способность культуры к адаптации к различным почвенно-климатическим условиям делает люпин незаменимой кормовой культу-

рой. Его корневая система, проникая в почву на глубину до двух метров, использует питательные вещества из труднорастворимых соединений пахотного и подпахотного слоев, что позволяет выращивать культуру без применения минеральных удобрений или при минимальном их количестве [1, 2].

Обладая самой высокой азотфиксирующей способностью среди однолетних бобовых культур, люпин может накапливать в биомассе, в зависимости от условий выращивания, от 100 до 300 кг/га экологически чистого симбиотического азота, что делает его ценным предшественником для последующих культур севооборота [3, 4, 5].

Решением комплексной проблемы обеспечения животноводства качественными кормами, повышения рентабельности сельскохозяйственного производства и прекращения деградации почв является максимальное расширение посевов люпина. Выращивание люпина на зеленый корм в совместных посевах со злаковыми культурами позволяет увеличить выход кормовых единиц и переваримого протеина с единицы площади.

Ведутся два направления селекции белого люпина: зерновой – создание скороспелых форм детерминированного типа с высокой зерновой продуктивностью и кормовой – создание среднеспелых форм со сбалансированной по морфотипам структурой растений.

Важным признаком сортов этих направлений является тип ветвления растений. Изменчивость морфологических признаков белого люпина изучено недостаточно, что вызывает необходимость проведения исследований по выявлению формирования элементов продуктивности различных морфотипов у исходного селекционного материала. Цель исследований – выделить исходный селекционный материал белого люпина с признаками высокой продуктивности по зеленой массе на основе использования различных морфотипов ветвления.

Условия и методы исследований

Полевые опыты проводили в опытно-семеноводческом хозяйстве «Чабаны» с. Чабаны в Киевской области Украины на темно-серых оподзоленных почвах без внесения минеральных удобрений. Основную и предпосевную обработки осуществляли в соответствии с принятой технологией. Сев проводили рядковым способом с шириной междурядий 45 см.

Элементы продуктивности определяли в соответствии с методическими указаниями (Международный классифи-

катор СЭВ рода *Lupinus L.*) [6]. Содержание сухого вещества (X) в процентах вычисляли по формуле:

$$X = 100 - y,$$

где y – содержание влаги в растительном материале, %.

Результаты исследований и их обсуждение

Нами было выделено 30 перспективных образцов из 120, которые разделили на три морфотипа. Высота растений в группе низкорослых сортообразцов составляла от 62 до 80 см, в среднем 72,4 см, среднерослых – от 84 до 100 см, в среднем 92,6 см, и высокорослых – от 106 до 120 см, в среднем 115 см. Растения всех трех групп пригодны для комбайновой уборки, поскольку высота до центральной кисти низкорослой группы составила 36 см, среднерослой и высокорослой – на 14 и 23 см выше.

Наибольшая длина центральной кисти растений низкорослой группы – 15 см, что на 30 % больше, чем у среднерослой группы, и на 10 %, чем у высокорослой. Длинные боковые побеги в высокорослой группе составили 33,1 см, что на 40 % выше по сравнению с низкорослой группой и на 25 % – среднерослой. Побеги второго порядка образовались во всех группах одной высоты – 17,5 см. Что касается формирования габитуса растения по признаку ветвления, то наиболее продуктивно его формировала среднерослая группа.

Белый люпин имеет особое значение при выращивании на зеленую массу. Он способен формировать высокие урожаи с наибольшим удельным весом бобов (46–58 %) в зеленой массе. Люпин способен развивать большую надземную массу, которая достигает 500–600 ц/га, а при более благоприятных условиях – 800–900 ц/га. Максимальную листовую поверхность сортообразцы белого люпина формируют в фазе полного цветения. Сформировав определенную листовую поверхность, белый люпин удерживает ее на одинаковом уровне и накапливает произведенные ассимилянты в зеленой массе и семенах. Максимум накопления зеленой массы и сухого вещества, а также выход кормовых единиц и сырого протеина в основной и побочной продукции при уборке на зеленую массу приходится на конец фазы зернообразования.

Нами был проведен анализ структуры зеленой массы коллекционных образцов в весовом измерении (таблица 1). При этом учитывалась масса одного растения, а также процентное соотношение листьев, стеблей и бобов с единицы площади.

Таблица 1 – Структурный анализ зеленой массы различных морфотипов коллекционных образцов люпина белого

Морфотип	Вес зеленой массы с 1 растения						Общий вес 1 растения, г
	стеблей		листьев		бобов		
	г	%	г	%	г	%	
<i>Низкорослые, 60–80 см</i>							
Пищевой ст.	79,4	28,0	43,9	16,0	159	56,0	282
Среднее	71,0	28,1	84,0	33,3	95,0	38,6	249
<i>Среднерослые, 80–100 см</i>							
Олежка ст.	76,9	25,0	117	38,0	110	37,0	304
Среднее	85,0	25,7	112	38,8	104	35,4	291
<i>Высокорослые, 100–120 см</i>							
к-2298 ст.	98,8	39,0	85,6	34,0	71,0	27,0	255
Среднее	102	36,1	97,0	32,2	95,1	31,7	294

Таблица 2 – Продуктивность сухого вещества различных морфотипов растений люпина белого

Морфотип	Вес сухого вещества						Общий вес сухого вещества, г/растение
	стеблей		листьев		бобов		
	г	%	г	%	г	%	
<i>Низкорослые, 60–80 см</i>							
Пищевой ст.	11,9	30	6,2	15	22,2	55	40,3
Среднее	10,6	28	12,8	34	14,2	38	37,6
<i>Среднерослые, 80–100 см</i>							
Олежка ст.	11,7	26	9,1	20	23,8	54	44,6
Среднее	12,4	25,8	18,1	38,4	16,6	35,8	47,1
<i>Высокорослые, 100–120 см</i>							
к-2298 ст.	17,1	43	8,4	21	14,3	36	39,8
Среднее	15,7	38,8	14,1	32	12,7	27,7	42,5

Из данной таблицы видно, что в группе низкорослых растений вес одного растения в среднем составил 249 г при максимальном значении 363 г, минимальном – 144 г, у стандарта (сорт Пищевой) – 282 г. Наибольший вес зеленой массы сформировали образцы люпина белого: Л.80/91 (Украина) – 363 г, Л.71/26 (Украина) – 311 г, Л.34/23 (Украина) – 306 г, Л.127/4 (Украина) – 303 г. Среднее значение по низкорослой группе в процентном соотношении составило: 28,1 % – стебли, 33,3 % – листья, 38,6 % – бобы.

Стандарт Олежка из группы среднерослых сортообразцов сформировал вес зеленой массы 304 г с 1 растения, средний вес по этой группе составлял 291 г с растения; максимальное значение – 378 г, минимальное – 195 г. По весу зеленой массы стандарт превысил сортообразцы: Л.144/23 (Украина) – 378 г, к-2239 (Днепр, Украина) – 326 г, к-2810 (PI 170528, Польша) – 352 г, Л.204/54 (Украина) – 323 г. По результатам структурного анализа в процентном соотношении среднее значение в среднерослой группе растений составило: 25,7 % – стебли, 38,8 % – листья, 35,4 % – бобы.

Стандарт к-2298 из группы высокорослых растений сформировал вес зеленой массы 255 г с 1 растения, максимальное значение – 440 г, минимальное – 181 г. Стандарт по этому показателю превысили сортообразцы: к-2642 (Мутант, Россия) – 440 г, Л.55/7 (Украина) – 387 г, Л.209/56 (Украина) – 350 г, к-1539 (Bialy sredniopozny, Польша) – 353 г. Масса в этой группе составила: стеблей – 36,1 %, листьев – 32,2, бобов – 31,7 % от общей массы.

Из приведенных результатов можно сделать вывод, что источником высокой продуктивности для выращивания люпина на зеленую массу являются среднерослые формы, которые сбалансированы по морфотипам и структуре растений и формируют продуктивность зеленой массы за счет листьев и бобов.

Анализ содержания сухого вещества в коллекционных растениях белого люпина, а также процентное соотношение листьев, стеблей, бобов в процентах проводили в фазе созревания зеленого боба (таблица 2).

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что вес сухого вещества в группе низкорослых растений колебался от 20,4 до 56,4 г с растения, и составил в среднем 37,6 г. За счет стеблей было сформировано в среднем 28 % сухого вещества, листьев – 34 %, бобов – 38 %. Среднерослая группа растений белого люпина формировала от 36,1 до 75,5 г сухого вещества, в среднем 47,1 г, в т. ч. 25,8 % – стеблями, 38,4 % – листьями, 35,8 % – бобами. В группе

высокорослых растений вес сухого вещества колебался от 26 до 68,1 г, в среднем 42,5 г с растения. Наибольший процент сухого вещества был сформирован в стеблях – 38,8 %.

Как следует из данных таблицы 2, формирование сухого вещества в низкорослой и среднерослой группах происходило практически одинаково, но среднерослая группа имела более высокую продуктивность за счет более высокой доли участия листьев и бобов. Высокорослая группа формировала наибольший процент сухого вещества за счет стебля.

Выводы

Высота растений в низкорослой группе растений белого люпина составила от 62 до 80 см, в среднем 72,4 см, среднерослых – от 84 до 100 см, в среднем 92,6 см, и высокорослых – от 106 см до 120, в среднем 115 см.

Вес сухого вещества сформировался одинаково у низкорослой и среднерослой группе растений люпина, но среднерослая группа имела немного больший процент листьев и бобов (38,4, 35,8 %) за счет правильно сбалансированного габитуса ветвления. Высокорослая группа формирует наибольший процент сухого вещества за счет высоты стебля – 38,8 %.

Источником высокой продуктивности зеленой массы и дальнейшей селекционной работы является среднерослая детерминантная группа растений белого люпина, которая формирует урожай зеленой массы за счет более высокого процента листьев и бобов по сравнению с низкорослой (высота растений в среднем 72,4 см) и высокорослой (высота растений 115 см) группами.

Литература

1. Еммер, Ф. В. Зернобобовые культуры / Ф. В. Еммер. – Минск: БелНИИЗК, 2000. – 264 с.
2. Гринь, В. В. К вопросу о возделывании узколистного кормового люпина на зеленую массу / В. В. Гринь, Е. Н. Гераскина, С. В. Васько // Ресурсосберегающие технологии в кормопроизводстве: проблемы и пути совершенствования: материалы науч.-практ. конф. – БСХА: Горки, 2003. – С. 38–40.
3. Антоний, А. К. Зернобобовые культуры на корм и семена / А. К. Антоний, А. П. Пылов. – Л.: Колос, 1980. – 75 с.
4. Chan, K. Y. Effects of lupine on soil properties and wheat production / K. Y. Chan, D. P. Heenan // Aust. J. Agric. Res. – 1993. – Vol. 4. – P. 1971–1984.
5. Reeves, T. G. Effect of lupine wheat rotations on soil fertility, crop disease and crop yields / T. G. Reeves, A. Ellington, H. D. Brooke // Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. – 1984. – № 24. – P. 595–600.
6. Международный классификатор СЭВ рода *Lupinus* L. – 1983. – С. 35–37.