

## Особенности фотосинтетической деятельности клевера лугового тетраплоидного в условиях Среднего Предуралья

*Н.И. Касаткина, к.с.-х.н., ФГБНУ Удмуртский НИИСХ*

Одним из важных показателей, от которых зависит продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и клевера лугового, является интенсивность развития фотосинтетического аппарата растений – площади листьев [1, 2]. Большинство проведённых исследований в этом направлении свидетельствуют, что площадь листового аппарата и продолжительность его работы в значительной степени зависят от условий выращивания растений [3, 4].

Тетраплоидные сорта клевера лугового, полученные на основе полиплоидии, отличаются существенными морфологическими признаками, в том числе имеют более крупные листья. Так, исследованиями ряда авторов выявлено, что длина листьев тетраплоидных сортов клевера лугового выше на 42–50%, ширина – на 31–39% [5–7]. По данным ряда учёных, облиственность тетраплоидов находится на уровне 54–57% [7, 8]. При этом существенной разницы по числу листьев на одном стебле у тетраплоидов по сравнению с диплоидами нет. Более высокий уровень облиственности объясняется большим числом стеблей.

В связи с вышеизложенным вопросы формирования ассимиляционной поверхности клевера

лугового тетраплоидного требуют более детального изучения. **Цель исследования** – изучить влияние способа посева и нормы высева на формирование ассимиляционного аппарата и чистую продуктивность фотосинтеза клевера лугового тетраплоидного сорта Кудесник.

**Материал и методы исследования.** Полевые эксперименты проводили на опытном поле Удмуртского НИИСХ в 2013–2016 гг. в соответствии с «Методическими указаниями по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав» [9]. Посев клевера лугового тетраплоидного сорта Кудесник был проведён под покров яровой пшеницы Свеча (норма высева – 4 млн шт. всх. семян/га) сеялкой СН-16 согласно схеме опыта. Площадь листьев определяли на посевах клевера лугового тетраплоидного 2-го года жизни (1-го года пользования) методом высечек, чистую продуктивность фотосинтеза вычисляли по формуле Кидда, Веста и Бриггса.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, типичная для Удмуртской Республики. По степени кислотности почвенный участок характеризовался слабокислой ( $\text{pH}_{\text{KCl}} - 5,3$ ) реакцией. Обеспеченность гумусом – низкая (1,9%), подвижным фосфором – очень высокая (450 мг на

1 кг почвы), обменным калием – высокая (207 мг на 1 кг почвы). В сравнении со среднемноголетними данными вегетационные периоды 2014 и 2015 гг. оказались прохладными и влажными, а условия вегетационного периода 2016 г. отличались относительно жаркой и засушливой погодой.

**Результаты исследования.** Большинство исследователей считают оптимальным листовой индекс (площадь листьев) в пределах 2–7 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> посевов. При этом важно, чтобы листовая поверхность быстро формировалась и длительно функционировала, т.е. обладала высоким фотосинтетическим потенциалом [1, 2]. Проведённое нами исследование показало, что в условиях влажных вегетационных периодов 2014 и 2015 гг. площадь листьев клевера уже в фазе ветвления была на уровне 60,2–92,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. При этом выявлено, что способ посева практически не повлиял на данный показатель: на ширококорядном посеве – 71,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, на обычном рядовом – 75,6 тыс. м<sup>2</sup>/га при НСР<sub>05</sub> – 7,4 тыс. м<sup>2</sup>/га. В зависимости же от нормы высева площадь листовой поверхности изменялась существенно. Так, независимо от способа посева при снижении рекомендуемой нормы высева на один-два порядка, а также её увеличении на два порядка отмечено уменьшение площади листьев на 16,2–23,9 тыс. м<sup>2</sup>/га при НСР<sub>05</sub> – 13,1 тыс. м<sup>2</sup>/га. Выявлено, что уменьшение нормы высева клевера до 2 млн при посеве обычным рядовым способом и до 1–2 млн при посеве ширококорядным приводит к существенному снижению (на 21,6–26,2 тыс. м<sup>2</sup>/га при НСР<sub>05</sub> – 18,5 тыс. м<sup>2</sup>/га) его площади листьев (табл. 1).

К фазе бутонизации площадь листьев на ширококорядном посеве составляла 89,0 тыс. м<sup>2</sup>/га, на

обычном рядовом – 97,3 тыс. м<sup>2</sup>/га. Выявлено, что при посеве обычным рядовым способом увеличение нормы высева только до 6 млн всх. семян на 1 га приводит к существенному снижению (на 30,5 тыс. м<sup>2</sup>/га при НСР<sub>05</sub> – 14,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) его площади листьев. В то же время при посеве ширококорядным способом любое изменение нормы высева от рекомендуемой (3 млн) достоверно снижает площадь листовой поверхности.

К фазе цветения площадь листьев семенного травостоя клевера при обычном рядовом посеве была на уровне 89,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, при ширококорядном – 89,5 тыс. м<sup>2</sup>/га. На обычном рядовом способе больший листовой индекс был сформирован в посевах с нормой высева 4–5 млн шт. на 1 га – 105,5–107,9 тыс. м<sup>2</sup>/га, на ширококорядном с нормой 3–4 млн – 91,7–104,5 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Недостаточно иметь только большую суммарную площадь листовой поверхности. Важным показателем является фотосинтетический потенциал (ФП), характеризующий продолжительность работы травостоя за период вегетации растений. По мнению ряда учёных, оптимальным считается ФП не менее 2000 тыс. м<sup>2</sup> × сут/га [1, 2]. Нами установлено, что способ посева клевера сорта Кудесник существенно не повлиял на данный показатель: ФП на обычном рядовом посеве – 1752 тыс. м<sup>2</sup> × сут/га, на ширококорядном – 1669 тыс. м<sup>2</sup> × сут/га (НСР<sub>05</sub> – 199 тыс. м<sup>2</sup> × сут/га). По мере же увеличения нормы высева клевера показатель ФП также существенно увеличивался и наибольших значений (1982 и 1957 тыс. м<sup>2</sup> × сут/га) достигал при рекомендуемых (4/3 млн всхожих семян на 1 га) нормах высева. Дальнейшее увеличение нормы

1. Площадь листьев клевера лугового сорта Кудесник в зависимости от способа посева и нормы высева, в среднем за 2014–2015 гг., тыс. м<sup>2</sup>/га

Способ посева (А)	Норма высева, млн шт/га (В)					Среднее (А)
	2/1	3/2	4/3 (к)	5/4	6/5	
Фаза ветвления						
Обычный рядовой (15 см) (к)	60,2	67,9	86,4	92,3	71,4	75,6
Ширококорядный (30 см)	65,0	64,7	86,6	74,1	69,3	71,9
Среднее (В)	62,6	66,3	86,5	83,2	70,3	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов			частных различий		
А	7,4			16,5		
В	13,1			18,5		
Фаза бутонизации						
Обычный рядовой (15 см) (к)	95,6	109,4	108,4	95,4	77,9	97,3
Ширококорядный (30 см)	78,3	84,3	120,4	93,6	68,3	89,0
Среднее (В)	86,9	96,8	114,4	94,5	73,1	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов			частных различий		
А	7,1			15,8		
В	10,4			14,8		
Фаза цветения						
Обычный рядовой (15 см) (к)	75,3	83,9	105,5	107,9	77,1	89,9
Ширококорядный (30 см)	85,9	87,4	104,5	91,7	77,9	89,5
Среднее (В)	80,6	85,6	105,0	99,8	77,5	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов			частных различий		
А	7,5			16,7		
В	12,4			17,5		

2. Показатели фотосинтетической деятельности клевера лугового Кудесник в зависимости от способа посева и нормы высева, в среднем за 2014–2015 гг.

Способ посева (А)	Норма высева, млн шт/га (В)					Среднее (А)
	2/1	3/2	4/3 (к)	5/4	6/5	
Фотосинтетический потенциал, тыс. м <sup>2</sup> × сут/га						
Обычный рядовой (15 см) (к)	1547	1800	1982	1948	1484	1752
Ширококорядный (30 см)	1566	1564	1957	1758	1498	1669
Среднее (В)	1556	1682	1970	1853	1491	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов			частных различий		
А	114			256		
В	141			199		
Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> в сут.						
Обычный рядовой (15 см)	1,67	2,38	2,35	1,73	1,39	1,90
Ширококорядный (30 см)	1,70	2,76	2,03	1,69	1,65	1,97
Среднее (В)	1,68	2,57	2,19	1,71	1,52	
НСР <sub>05</sub>	главных эффектов			частных различий		
А	0,37			0,84		
В	0,34			0,48		

высева приводило к снижению ФП посевов клевера (табл. 2).

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) является важным показателем интенсивности процесса фотосинтеза, характеризующим увеличение сухой биомассы в единицу времени на единицу площади листьев. Величина ЧПФ определяется различиями в фотосинтетическом аппарате и в обеспеченности листьев светом. Наиболее часто встречающаяся величина ЧПФ – 4–6 г/м<sup>2</sup> в сутки [1, 4, 10]. В нашем исследовании ЧПФ при разных способах посева клевера была на уровне 1,90 и 1,97 г/м<sup>2</sup> в сут. при НСР<sub>05</sub> – 0,37 г/м<sup>2</sup> в сут. На ширококорядном способе высокий показатель ЧПФ был отмечен при посеве с нормой высева 2 и 3 млн всх. семян на 1 га – 2,76 и 2,03 г/м<sup>2</sup> в сут., на обычном рядовом с нормой 3 и 4 млн всх. семян на 1 га – 2,38 и 2,35 г/м<sup>2</sup> в сут.

Продуктом фотосинтетической деятельности сельскохозяйственных растений является полученная урожайность. В нашем исследовании в среднем за 2014–2016 гг. семенная продуктивность клевера лугового тетраплоидного сорта Кудесник в зависимости от способа посева и нормы высева варьировала в пределах 84,0–119,6 кг/га. Достоверно высокая урожайность семян получена при посеве ширококорядным способом с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га.

**Выводы.** В вегетационных условиях 2014–2015 гг. способ посева клевера лугового тетраплоидного сорта Кудесник не повлиял на формирование его листовой поверхности и чистую продуктивность фотосинтеза. Наибольшая площадь листьев (114,4 тыс. м<sup>2</sup>/га) была сформирована в фазе бутонизации

при посеве с рекомендуемыми нормами высева. На ширококорядном способе высокий показатель ЧПФ был отмечен при посеве с нормой высева 2 и 3 млн всх. семян на 1 га – 2,76 и 2,03 г/м<sup>2</sup> в сутки, на обычном рядовом – с нормой 3 и 4 млн всх. семян на 1 га – 2,38 и 2,35 г/м<sup>2</sup> в сутки соответственно. В среднем за 2014–2016 гг. достоверно высокая урожайность семян (119,6 кг/га) получена при посеве ширококорядным способом с нормой высева 3 млн всхожих семян на 1 га.

### Литература

1. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 93 с.
2. Шатилов И.С. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1975. С. 1–19.
3. Демидась Г.И., Коваленко В.П., Демцюра Ю.В. Формирование листового аппарата люцерновой посевной и бобово-злаковыми агрофитоценозами в зависимости от их состава и уровня минерального удобрения в условиях лесостепи Украины // Аграрный вестник Урала. 2014. № 2 (120). С. 8–12.
4. Ракоца Э.Ю., Кудрявцева Т.Г. Особенности фотосинтетической деятельности поливидных агрофитоценозов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2006. № 2 (48). С. 132–135.
5. Дробец П.Т. Тетраплоиды раннеспелых сортов клевера лугового // Селекция и семеноводство клевера: сб. науч. трудов. М.: ВНИИ кормов, 1982. Вып. 27. С. 68–72.
6. Золотарёв В.Н. Актуальные проблемы семеноводства сортов трав – индуцированных тетраплоидов // Селекция и семеноводство. 2005. № 1. С. 37–40.
7. Новосёлов М.Ю., Старшинова О.А. Создание и оценка тетраплоидных аналогов высокогетерозисных гибридов F<sub>1</sub> клевера лугового (*Trifolium pretense* L.) по основным хозяйственно ценным признакам // Адаптивное кормопроизводство. 2016. № 4. С. 63–74.
8. Зарьянова З.А., Пархин Н.В., Егупов С.П. Особенности формирования травостоя различных сортообразцов клевера лугового // Кормопроизводство. 2001. № 7. С. 18–22.
9. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1986. 136 с.
10. Еськин В.Н. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук. Пенза, 2009. 49 с.