

вий, но определяющую роль в ее выражении имеют сортовые особенности. Максимальное значение этого показателя (169,5-184,3 г) отмечено у среднеспелого сорта Лазурная, особенно на Свободненском ГСУ. Данный сорт, как и сорт Даурия, по энергии прорастания также превышали семена стандартного сорта Гармония на 4-6% абсолютного значения соответственно.

### Выводы

Экспериментальные данные по посевным и урожайным свойствам новых и перспективных сортов, выращенных в южной, центральной и северной зонах Амурской области, показали: семена скороспелых сортов, полученные в северной зоне, обладали высокими посевными качествами, что позволило получить более высокий урожай. Наиболее продуктивен скороспелый сорт Лидия. У среднеспелых сортов сои семена с высокими посевными качествами были получены как в южной, так и в северной агроклиматических зонах. При высевах этих семян в южной зоне урожайность составила 20,6-25,1 ц/га. В среднем за три года исследований у сортов сои всех групп спелости в условиях северной зоны отмечена тенденция к увеличению продуктивности на 7,5% в сравнении с сортами, возделываемыми в южной агроклиматической зоне.

Ранее проведенные исследования установили, что семена с наиболее высокими посевными и урожайными качествами формируются в южной зоне [7]. Однако наши исследования показали, что качество

семян в первую очередь определяются погодными условиями, сложившимися в период вегетации.

### Библиографический список

1. Биология и возделывание сои / отв. ред. И.Ф. Беликов. – Владивосток: Биолого-почвенный институт АН СССР, 1971. – 203 с.
2. Корсаков Н.И. Соя (систематика и основы селекции): автореф. дис... д.с.-х.н. / Н.И. Корсаков. – Л., 1973. – 44 с.
3. Малько А.М. Научно-практические основы контроля качества и сертификации семян в условиях рыночной экономики / А.М. Малько. – М., 2004. – 288 с.
4. Ларионов Ю.С. Теоретические основы современного семеноводства и семеноведения / Ю.С. Ларионов. – Челябинск: ЧГАУ, 2003. – 363 с.
5. Оборская Ю.В. Влияние условий зон выращивания на урожайные свойства семян скороспелых сортов сои / Ю.В. Оборская // Перспективные направления исследований в селекции и технологии возделывания масличных культур: матер. V Междунар. науч. конф. (г. Краснодар, 3-6 февраля). – Краснодар, 2009. – С. 146-149.
6. Система земледелия Амурской области / отв. ред. В.А. Тильба. – Благовещенск: Приамурье, 2003. – 304 с.
7. Ефимова Г.П. Зональные особенности накопления белка у сортов сои в Амурской области / Г.П. Ефимова, Б.И. Ющенко // Проблемы возделывания сои на Дальнем Востоке России. – Благовещенск, 1999. – С. 69-74.



УДК 633.111.1 и 631.811.1

О.И. Акимова

## ФОРМИРОВАНИЕ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**Ключевые слова:** озимая пшеница, минеральные удобрения, азот, метеорологические условия, биометрические показатели, высота растений, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, урожайность зерна, ле-

состепная зона, Минусинская котловина, корреляция, дисперсионный анализ.

### Введение

Высокая продуктивность растений определяется процессом фотосинтеза, передвижением веществ и ростом. В про-

цессе фотосинтеза в растениях образуется органическое вещество из диоксида углерода, воды и минеральных веществ [1]. Показателем высоких морфологических потенциальных возможностей, от которых зависит продуктивность растений, является величина фотосинтезирующих органов [2, 3]. Ряд авторов указывают на прямую зависимость между линейными показателями роста растений и урожайностью озимой пшеницы [4]. Однако линейные показатели роста растений не всегда коррелируют с продуктивностью, иногда эта корреляция может быть отрицательной [5]. Однако сильная корреляционная зависимость установлена многими авторами между урожайностью зерна озимой пшеницы и площадью листьев, урожайностью и фотосинтетическим потенциалом [3, 6, 7].

По мнению Н.Г. Потапова, высокий уровень обеспеченности элементами минерального питания способствует увеличению фотосинтезирующих органов, их продуктивности, удлиняет продолжительность жизни листьев и, в конечном счете, повышает урожайность [2].

**Целью исследований** являлось изучение влияния метеорологических факторов и уровня минерального питания на формирование биометрических показателей и урожайность зерна озимой пшеницы в весенне-летний период в условиях лесостепной зоны Минусинской котловины.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования проводились в рамках программы «Возделывание озимой пшеницы в Республике Хакасия», выполняемой совместно с НИИ аграрных проблем Хакасии и ГСАС «Хакасская» на участке, расположенном в лесостепной зоне Республики Хакасия. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный малогумусный маломощный среднесуглинистый. Озимую пшеницу сорта Омская 4 высевали 20 августа, с нормой 7 млн всхожих зерен на гектар, глубина посева 5-6 см. Для закладки опыта использовались минеральные удобрения: аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий, после химико-аналитической проверки, осуществляемой ГСАС «Хакасская». Схема опыта: 1) контроль (без удобрений); 2)  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , – внесение удобрений под предпосевную культивацию (основное внесение); 3)  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}$  (основное внесение + ранневесенняя подкормка); 4)  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30}$  (основное внесение + ранневесенняя подкормка + некорневая

подкормка в фазу трубкования). Расположение вариантов рендомизированное, повторность опыта четырехкратная, площадь учетных делянок 60 м<sup>2</sup>.

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Фенологические наблюдения – по методике Госсортосети (1985). Высоту растений, площадь листовой поверхности растений определяли на закрепленных площадках по методике Б.А. Доспехова (1968). Определение фотосинтетического потенциала – по методике К.Л. Бидл [8]. Урожайность учитывали по делянкам методом сплошной уборки. Лабораторные анализы содержания нитратного азота в почве по Грандваль-Ляжу выполнялись ГСАС «Хакасская». Данные по метеорологическим условиям в годы исследований взяты из ежедекадного Агromетеорологического бюллетеня ГУ «Хакасский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Статистическая обработка данных методом дисперсионного, корреляционно-регрессионного анализа по Б.А. Доспехову (1985) с помощью «Программы обработки данных полевого опыта Field-Expert vl.3 Pro» [9].

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Способность растений поглощать солнечную энергию, по мнению И.И. Василенко и А.К. Москвиной, в значительной степени зависит от высоты растений, что определяет накопление сухого вещества и конечную величину урожая [10].

В наших исследованиях при внесении минеральных удобрений выявлена положительная корреляция между высотой растений в различные фазы развития озимой пшеницы и урожайностью зерна: в фазу кущения весной ( $r = 0,34$ ,  $S_r = \pm 0,17$ ,  $r^2 = 0,12$ ,  $t_r = 2,01$  при  $t_{05} = 2,0$ ), трубкования ( $r = 0,61 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,37$ ,  $t_r = 4,2$  при  $t_{05} = 2,0$ ), в фазу колошения ( $r = 0,51 \pm 0,16$ ,  $r^2 = 0,26$ ,  $t_r = 3,2$  при  $t_{05} = 2,0$ ). В фазу цветения корреляция была незначительна.

Минеральные удобрения оказали существенное влияние на увеличение высоты растений в различные фазы их роста и развития. Высота растений возрастала при увеличении содержания нитратного азота в почве при внесении азотных удобрений ( $r = 0,35-0,72 \pm 0,17-0,13$ ,  $r^2 = 0,12-0,51$ ,  $t_r = 2,1-5,6$  при  $t_{05} = 2,0$ ). В фазу колошения на неудобренном фоне высота растений озимой пшеницы сорта Омская 4 со-

ставила 56,6-49,1 см. В варианте  $N_{90}P_{90}K_{90}$  высота была на 5,3-6,1 см больше. Ранневесенняя подкормка увеличивала высоту растений на 4,2-5,4 см, подкормка в фазу выхода в трубку – на 2,4-3,0 см. В фазу цветения высота была максимальной: в контроле – 63,7-70,7 см, в варианте  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30}$  – 71,1-83,2 см.

Метеорологические условия периода от начала вегетации весной до колошения были благоприятны для роста растений озимой пшеницы, различия высоты в данный период были несущественны. Высота растений в фазу колошения зависела от суммы осадков периода начало вегетации – колошение (80 и 48 мм в 2003-2004 и 2005-2006 гг. соответственно) и была на 6,7-7,5 см больше в 2003/04 гг. Высокие температуры в период колошение – цветение в 2005/06 гг., в дневные часы до 30-34°C сократили продолжительность периода колошение – цветение до 2-3 дней, высота растений в фазу цветения была существенно меньше на 7,1-12,1 см.

Максимальная площадь листьев отмечается многими исследователями в период от колошения до начала налива. При возобновлении вегетации озимой пшеницы весной нами отмечалось отмирание части листьев и снижение площади листьев одного растения на 60-70%. В учетах через две недели после начала вегетации площадь листьев одного растения мало отличалась от площади перед уходом в зиму, особенно в вариантах с внесением удобрений. Однако фотосинтезирующая поверхность на единице площади посевов из-за гибели части растений при перезимовке уменьшилась в контроле в 2,7-2,9 раза, при весенней подкормке азотными удобрениями – в 1,1-1,6 раза. Максимальная площадь листовой поверхности (6,14-6,21 тыс. м<sup>2</sup>/га) отмечалась при ранневесенней подкормке. Увеличение площади листовой поверхности при внесении минеральных удобрений определялось большей густотой стояния растений ( $r = 0,83$ ,  $S_r = \pm 0,10$ ,  $r^2 = 0,70$ ,  $t_r = 8,3$  при  $t_{05} = 2,0$ ) и площадью листьев одного растения ( $r = 0,84 \pm 0,10$ ,  $r^2 = 0,70$ ,  $t_r = 8,4$  при  $t_{05} = 2,0$ ) при интенсивном кущении.

Максимального значения площадь листьев одного растения и площадь листовой поверхности, в расчете на 1 га, достигала в фазу цветения. Однако площадь листовой поверхности не достигла оптимальных

значений из-за низкой густоты стояния. К фазе цветения произошло снижение густоты стеблестоя в опыте, но площадь одного листа увеличилась в 2,0-2,4 раза, площадь одного растения также увеличилась. В данную фазу площадь листовой поверхности при внесении удобрений определялась густотой растений ( $r = 0,54 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,30$ ,  $t_r = 3,6$  при  $t_{05} = 2,0$ ), площадью листьев одного растения ( $r = 0,53 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,29$ ,  $t_r = 3,5$  при  $t_{05} = 2,0$ ) (рис. 1).

Выявлена сильная корреляционная зависимость между площадью листовой поверхности в фазу цветения и содержанием нитратного азота в почве в фазу выхода в трубку, когда формируется основная вегетативная масса ( $r = 0,93$ ,  $S_r = \pm 0,06$ ,  $r^2 = 0,87$ ,  $t_r = 14,2$  при  $t_{05} = 2,0$ ). Вклад фактора «удобрения» в изменчивость площади листовой поверхности в опыте в фазу цветения составил 92,8%. В контроле площадь листовой поверхности составила 11,20-18,20 тыс. м<sup>2</sup>/га. При возрастающем внесении азота (от  $N_{90}$  до  $N_{150}$ ) она существенно увеличивалась, достигая 32,57-34,38 тыс. м<sup>2</sup>/га в варианте  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30}$ . Снижение площади листовой поверхности к фазе молочной спелости обусловлено снижением площади листьев одного растения из-за усыхания нижних листьев. В фазу молочной спелости налив зерна и выполненность зерновки определяется в основном фотосинтетической деятельностью листьев. В контроле площадь листьев составляла 8,96-15,47 тыс. м<sup>2</sup>/га, в варианте  $N_{90}P_{90}K_{90}$  увеличивалась на 5,46-8,06 тыс. м<sup>2</sup>/га. Влияние ранневесенней подкормки и подкормки в фазу выхода в трубку было также существенно. Нами выявлена зависимость между массой 1000 зерен озимой пшеницы и площадью листьев одного растения в фазу молочной спелости при разных уровнях минерального питания ( $r = 0,59 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,35$ ,  $t_r = 4,0$  при  $t_{05} = 2,0$ ).

При возрастающих нормах внесения минеральных удобрений между урожайностью озимой пшеницы и площадью листовой поверхности выявлена сильная корреляционная зависимость: в фазу цветения ( $r = 0,89$ ,  $S_r = \pm 0,08$ ,  $r^2 = 0,79$ ,  $t_r = 10,5$  при  $t_{05} = 2,0$ ) и в фазу молочной спелости ( $r = 0,85 \pm 0,08$ ,  $r^2 = 0,73$ ,  $t_r = 8,9$  при  $t_{05} = 2,0$ ) (рис. 2).

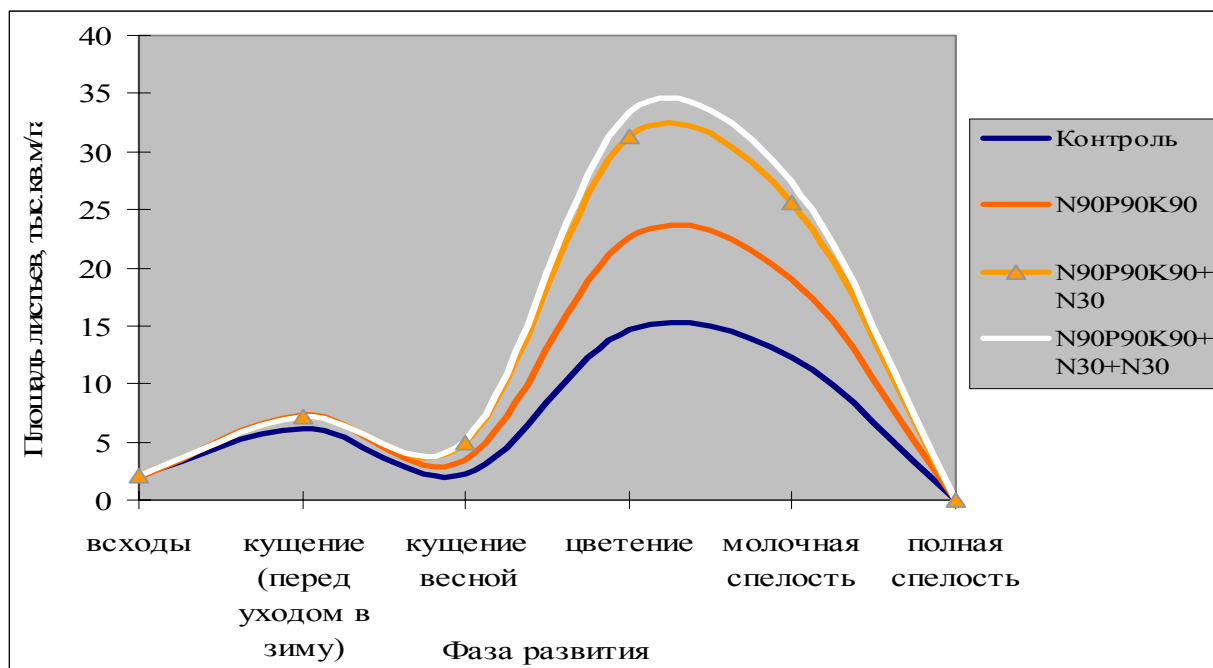


Рис. 1. Динамика площади листовой поверхности озимой пшеницы при внесении минеральных удобрений

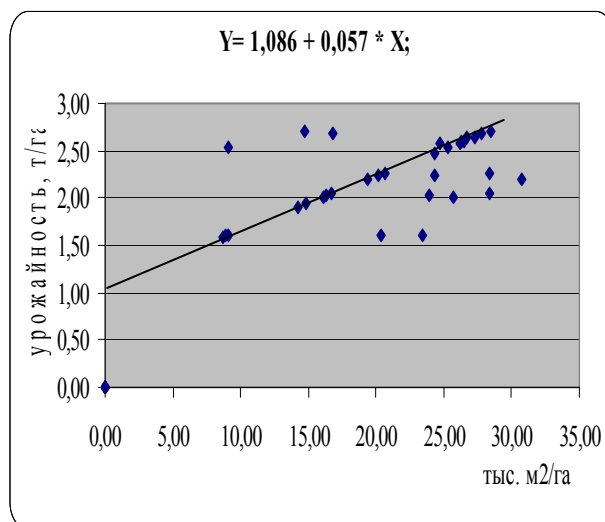
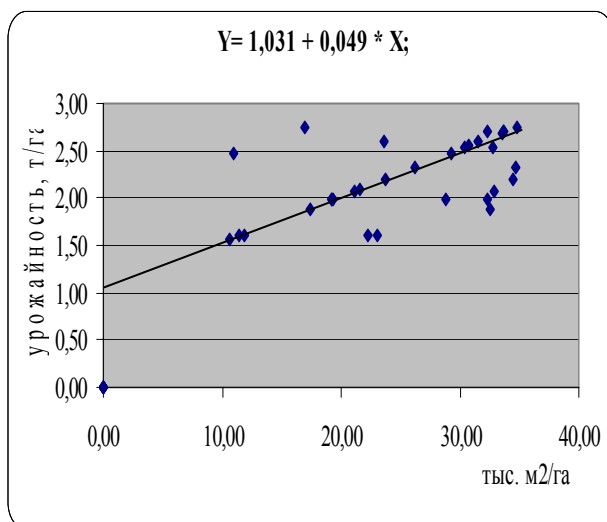


Рис. 2. Зависимость урожайности озимой пшеницы от площади листовой поверхности при внесении минеральных удобрений: 1 – в фазу цветения 2 – в фазу молочной спелости

Повышение продуктивности растений и агрофитоценозов связано с увеличением продолжительности периода активного функционирования фотосинтетического аппарата [1, 6]. Фотосинтетический потенциал за определённый период или вегетационный период в целом является наиболее точным показателем, характеризующим фотосинтетическую деятельность растений [1, 6].

Нами выявлена зависимость фотосинтетического потенциала за определенные периоды вегетации озимой пшеницы в опыте и урожайностью. Коэффициент корреляции между урожайностью зерна и

фотосинтетическим потенциалом за период от всходов до восковой спелости равен 0,88,  $S_r = \pm 0,09$ ,  $r^2 = 0,77$ ,  $t_r = 10,1$  при  $t_{05} = 2,0$ . За период от начала весенней вегетации до восковой спелости  $r = 0,78 \pm 0,11$ ,  $r^2 = 0,61$ ,  $t_r = 6,8$  при  $t_{05} = 2,0$ , за период от цветения до восковой спелости  $r = 0,57 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,32$ ,  $t_r = 3,8$  при  $t_{05} = 2,0$ .

Выявлена зависимость между величиной фотосинтетического потенциала и значениями показателей элементов структуры урожая. Густота продуктивного стеблестоя определялась величиной фотосинтетического потенциала в период от

начала весенней вегетации до цветения ( $r = 0,70$ ,  $S_r = \pm 0,13$ ,  $r^2 = 0,50$ ,  $t_r = 5,8$  при  $t_{05} = 2, 0$ ). Масса 1000 зерен определялась величиной фотосинтетического потенциала в период от цветения до восковой спелости ( $r = 0,73 \pm 0,13$ ,  $r^2 = 0,53$ ,  $t_r = 5,8$  при  $t_{05} = 2,0$ ), от молочной до восковой спелости ( $r = 0,78 \pm 0,12$ ,  $r^2 = 0,59$ ,  $t_r = 6,6$  при  $t_{05} = 2,0$ ). Число зерен в колосе коррелировало с фотосинтетическим потенциалом периода от цветения до молочной спелости ( $r = 0,86 \pm 0,09$ ,  $r^2 = 0,74$ ,  $t_r = 9,3$  при  $t_{05} = 2,0$ ), от начала весенней вегетации до цветения ( $r = 0,62 \pm 0,14$ ,  $r^2 = 0,38$ ,  $t_r = 4,4$  при  $t_{05} = 2,0$ ).

На величину фотосинтетического потенциала большое влияние оказало внесение минеральных удобрений (табл.).

Вклад фактора «удобрения» в изменчивость ФП за разные периоды развития озимой пшеницы составляет 37,7-88,0%. Максимальное значение фотосинтетического потенциала к восковой спелости отмечено при внесении удобрений в дозе  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30} - 1955,0-2092,8$  тыс.  $m^2 \cdot dn/га$ , что в 1,6-2,8 раза больше, чем на неудобренном фоне. Выход зерна на тысячу единиц ФП с увеличением дозы внесения азотных удобрений уменьшался с 1,76 до 1,3 кг, что можно объяснить снижением чистой продуктивности фотосинтеза посевов при взаимном затенении растений при внесении возрастающих доз азота.

Выявлено влияние метеорологических условий года на величину ФП за период возобновление весенней вегетации – восковая спелость, вклад фактора «год» составил 8,77%. Большое влияние оказали условия года на величину ФП периода от цветения до молочной спелости (53,41%). ФП данного периода в 2005-2006 гг. в ва-

риантах с удобрениями был в 1,4-1,6 раза меньше, чем в 2003-2004 гг. из-за высоких температур и засухи в фазу цветения и формирования зерна.

### Выводы

1. Максимальная высота растений озимой пшеницы сорта Омская 4 отмечалась в фазу цветения в варианте  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30} - 71,1-83,2$  см. Высота растений существенно зависела от запасов продуктивной влаги, осадков и внесения минеральных удобрений. Между высотой растений и урожайностью зерна озимой пшеницы выявлена положительная корреляция: в фазу трубкования ( $r = 0,61 \pm 0,15$ ,  $r^2 = 0,37$ ) и в фазу колошения ( $r = 0,51 \pm 0,16$ ,  $r^2 = 0,26$ ).

2. При внесении минеральных удобрений между урожайностью озимой пшеницы и площадью листовой поверхности в фазу цветения и молочной спелости выявлена сильная корреляционная зависимость. Максимального значения площадь листовой поверхности посевов составила в фазу цветения в варианте  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30} - 32,57-34,38$  тыс.  $m^2/га$ .

3. Между фотосинтетическим потенциалом за период от начала весенней вегетации до восковой спелости и урожайностью зерна озимой пшеницы выявлена сильная корреляционная зависимость ( $r = 0,78 \pm 0,11$ ,  $r^2 = 0,61$ ).

4. Вклад фактора «удобрения» в изменчивость фотосинтетического потенциала за разные периоды развития озимой пшеницы в опыте составил 37,7-88,0%. Максимальное значение ФП посевов озимой пшеницы к восковой спелости отмечено при внесении  $N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30} - 1955,0-2092,8$  тыс.  $m^2 \cdot dn/га$ , что в 1,6-2,8 раза больше, чем на неудобренном фоне.

Таблица

Фотосинтетический потенциал озимой пшеницы к фазе восковой спелости и выход зерна на тысячу единиц ФП при внесении минеральных удобрений

Удобрения	ФП, тыс. $m^2 \cdot dn/га$			Выход зерна, кг		
	2003-2004 гг.	2005-2006 гг.	среднее	2003-2004 гг.	2005-2006 гг.	среднее
Контроль (без удобрений)	742,8	1238,2	990,50	2,06	1,57	1,76
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1357,5	1527,9	1442,70	1,50	1,39	1,44
$N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30}$	1978,8	1850,7	1914,75	1,26	1,53	1,39
$N_{90}P_{90}K_{90} + N_{30} + N_{30}$	2092,8	1955,0	2023,90	1,21	1,45	1,32
НСР <sub>05</sub> для частных различий	90,63			0,22		
НСР <sub>05</sub> для удобрений	64,09			0,14		
НСР <sub>05</sub> для сравнения по годам	45,31			0,18		

**Библиографический список**

1. Ничипорович А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений и рациональные направления селекции на повышение продуктивности / А.А. Ничипорович // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ; под ред. Н.В. Турбина. – М.: Колос, 1975. – С. 5-14.
2. Потапов Н.Г. Минеральное питание пшеницы / Н.Г. Потапов // Физиология сельскохозяйственных растений. Т. 4. Физиология пшеницы: сб. науч. тр. МГУ. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – С. 242-297.
3. Кружилин А.С. Физиология развития и продуктивность растений / А.С. Кружилин // Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур: сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ; под ред. Н.В. Турбина. – М.: Колос, 1975. – С. 53-63.
4. Краснова Л.И. Реализация зерновой продуктивности озимой пшеницы в условиях Южного Урала / Л.И. Краснова, Е.Д. Ковешников // Зерновое хозяйство. – 2003. – № 1. – С. 11-13.
5. Шевелуха В.С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / В.С. Шевелуха. – М.: Колос, 1980. – 455 с.
6. Остапенко Н.В. Влияние погодных условий и азотного питания на фотосинтетическую деятельность озимой пшеницы / Н.В. Остапенко // Агрохимия. – 1993. – № 3. – С. 3-6.
7. Serrano L. Remote sensing of biomass and yield of winter wheat under different nitrogen supplies / L. Serrano, I. Filella, J. Penuelas // Crop Science, – V. 40. – № 3 – 2000. – P. 723-730
8. Бидл К.Л. Анализ роста растений / К.Л. Бидл // Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения; пер. с англ. М.О. Скерлок, С.П. Лонг, Д.О. Холл и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 53-61.
9. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert v1.3 Pro. – [Электронный ресурс]. – Приклад. программа (728 Кб) / Д.Н. Акимов // ФГНУ «Государственный координационный центр информационных технологий», Отраслевой фонд алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. – 1 электрон. диск (CD-ROM). – Системные требования: MS Excel 2003 или выше; диск CD-ROM; – Загл. с этикетки диска.
10. Василенко И.И. Особенности фотосинтетической продуктивности и формирования урожая озимой пшеницы сортов интенсивного типа / И.И. Василенко, А.К. Москвина // Вестник с.-х. науки. – 1978. – № 7. – С. 18-26.



УДК 633.521.631.86

**О.А. Черенков,  
Р.В. Шевяков,  
Т.Н. Вьюнова,  
Ю.В. Сурнина**

**ВЛИЯНИЕ АЗОФОСКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
КАЧЕСТВА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (МЕЖЕУМКА)  
В ЗОНЕ ЗАСУШЛИВОЙ СТЕПИ**

***Ключевые слова:** лён масличный, азофоска, урожайность, семена, соломка, показатели качества, сроки посева, агротехнические приемы.*

Лён – культура древняя. Его выращивают для получения волокна и семян. В Алтайском крае начал широко возделываться лён масличный (межеумок) как