

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ В ШЕСТИ РОТАЦИЯХ СЕВООБОРОТА МНОГОЛЕТНЕГО СТАЦИОНАРА

*А.М. Алиев, Г.И. Ваулина, Н.И. Цимбалист, ВНИИА, В.А. Шмонин, МГАУ*

*Показано, что энергетическая эффективность технологий возделывания ячменя в севообороте зависит от устойчивости земледелия, погодных условий и применения средств химизации.*

*Ключевые слова: эффективность, технологии возделывания культур, ячмень, ротация, севооборот.*

В мировой практике наряду с традиционными методами оценки эффективности производства сельскохозяйственных продуктов немаловажное значение имеет метод энергетической оценки, учитывающий количество энергии, как затраченной на производство сельскохозяйственной продукции, так и аккумулированной в ней.

Энергетическая оценка позволяет сравнивать различные технологии производства сельскохозяйственной продукции с точки зрения расхода энергетических ресурсов, определять структуру потоков энергии в агроценозах и выявлять главные резервы экономии технической энергии в земледелии. При возделывании сельскохозяйственных культур существует ряд факторов, лимитирующих получение высокой продуктивности хорошего качества. Среди них: недостаток питательных элементов, высокая кислотность почвы, недостаток или избыток осадков за вегетационный период, полегание растений, поражение их болезнями, засоренность посевов, неравномерность созревания, образование подгона и др. Получение высоких урожаев гарантировано только при использовании удобрений, эффективность которых зависит от благоприятной фитосанитарной обстановки. Она может быть создана и поддерживаться агротехническими мероприятиями, в том числе за счет химических средств защиты растений (ХСЗР).

Цель исследований – оценить энергетическую эффективность технологий возделывания ячменя в севообороте.

**Методика.** Опыты проводили с 1960 г. по 1997 г. на ЦОС ВИУА [1-3]. Почва опытного участка – дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, залегающая на покровном суглинке. Динамика агрохимических свойств почвы при длительном применении средств химизации в севообороте представлена в таблице 1. Среднемесячные температуры воздуха и количество выпавших осадков в годы проведения опытов были близки к среднедолгосрочным показателям, однако, в отдельные годы заметно различались. Очень неблагоприятными для ячменя были 1972, 1973 и 1982 гг. Полевой шестипольный севооборот заложен в 1960 г. на трех полях с ежегодным последовательным вхождением одной культуры севооборота со следующим чередованием: в первых двух ротациях – вико с овсом, озимая пшеница с подсевом клевера, клевер 1-го г.п., озимая пшеница, картофель, ячмень; с третьей ротации севооборота – вико с овсом, озимая пшеница, картофель, ячмень с подсевом клевера, клевер 1-го г.п., озимая пшеница.

**1. Динамика агрохимических свойств почвы при длительном применении средств химизации (фон – навоз + NPK)**

Ротация севооборота	Гумус, %	pH <sub>KCl</sub>	Нг	S	V, %	Содержание подвижных форм почвы, мг/кг	
						фосфора	калия
Исходная почва	1,58	4,31	4,6	8,3	64,3	2,1	11,3
Первая	1,59	5,01	3,2	10,5	76,6	6,4	18,2
Вторая	1,60	6,31	1,42	12,4	89,7	8,1	17,3
Третья	1,63	6,02	1,27	12,9	91,0	13,0	19,8
Четвертая	1,91	5,83	2,39	11,6	82,9	17,9	22,7
Пятая	1,97	5,40	2,69	12,4	80,9	17,0	17,4
Шестая	2,10	5,60	2,75	11,5	80,7	18,0	22,7

Схема длительного опыта полевого севооборота (1960-1997 гг.) в посевах ячменя отражена в таблице 2. Срок внесения удобрений в посевах ячменя: NPK – весной до посева, навоз – под вико-овес или озимую пшеницу и под картофель дважды за ротацию севооборота. Виды удобрений: азотные – Naa; фосфорные – Рсд; калийные – Кх. Площадь посевной делянки при закладке опыта – 174 м<sup>2</sup>, учетной – 100 м<sup>2</sup>, начиная с 3-й ротации севооборота, соответственно, 90 и 44 м<sup>2</sup>, повторность – четырехкратная. Агротехника и уборка сельскохозяйственных культур – общепринятые для зоны. В первых двух ротациях севооборота изучали эффективность контактных и системных гербицидов и их сочетаний на фоне навозно-минеральной системы удобрения. В 3- и 4-й ротациях севооборота, наряду с указанными вариантами, исследовали и периодичность внесения гербицидов: ежегодного, 4-, 3- и 2-разового. При использовании гербицидов в посевах двух культур их вносили в посевах 1- и 2-й озимой пшеницы, при четырехразовом – обрабатывали еще посадки картофеля и посеvy ячменя с подсевом клевера, при ежегодном – все культуры севооборота [2]. В 4-й ротации севооборота фон минеральной системы удобрения (эквивалентный по элементам питания навозно-минеральной системе) был размещен по фону навозно-минеральной системы удобрения с трехразовым внесением гербицидов в течение 3-й ротации. Внесение удобрений за год составило по ротациям севооборота: по 1-й – 1 т/га извести, 9 т/га навоза и N<sub>48</sub>P<sub>37</sub>K<sub>39</sub>; по 2-й – 0,7 т/га извести, 10 т/га навоза и N<sub>56</sub>P<sub>46</sub>K<sub>46</sub>; по 3-й – 10 т/га навоза и N<sub>115</sub>P<sub>75</sub>K<sub>128</sub>; по 4-й – 10 т/га навоза и N<sub>65</sub>P<sub>50</sub>K<sub>76</sub> по навозно-минеральной и N<sub>115</sub>P<sub>75</sub>K<sub>136</sub> для минеральной системы удобрений; по 5- и 6-й – для обеих систем удобрения N<sub>117</sub>P<sub>65</sub>K<sub>162</sub> и N<sub>125</sub>P<sub>58</sub>K<sub>135</sub>. Энергетическая оценка технологий возделывания ячменя проведена на основе энергетических эквивалентов аналогично технологиям возделывания озимой пшеницы [2]. Все работы по технологическим картам выполнены в 100%-ном объеме к площади культуры при 100%-ной обеспеченности материальными, энергетическими и трудовыми ресурсами. Расчет затрат технической энергии,

получения накопленной энергии и ряда других показателей осуществляли с помощью программирования в электронных таблицах. Обработку данных полевого опыта проводили по [4].

**Результаты исследований.** Известно, что накопленная энергия в зерне – это произведение массы зерна и его энерго-содержания. Поскольку энергосодержание – величина постоянная, то накопленная энергия подвержена тем же закономерностям, что и урожайность зерна определенной культуры. Она варьировала в зависимости от года исследований и вариантов опыта при возделывании ячменя от 15,0 до 96,2 ГДж/га в первых трёх ротациях на фоне навоза и минеральных удобрений; в 4-6-й ротациях на навозно-минеральном фоне – от 20,6 до 85,3, на минеральном – от 24,1 до 83,9 ГДж/га (табл. 2). Накопленная энергия в зерне в зависимости от погодных условий варьировала более существенно как по ротациям, так и по полям. Энергозатраты при возделывании ячменя, напротив, изменялись слабо (от 18,5 до 30,8 ГДж/га) и зависели в основном от урожайности культуры, удобрений и применяемых пестицидов (как количества, так и энергетического эквивалента каждого препарата). В контрольном варианте они составили 10,4-12,5 ГДж/га при урожайности зерна 19,6-33,6 ц/га.

В первых двух ротациях севооборота на фоне навоза и минеральных удобрений достоверное повышение накопления энергии в зерне получено только в одном варианте от контактного гербицида (ДНОК) – вариант 1. В 3-й ротации в посевах ячменя гербициды по сравнению с фоном на всех трех полях способствовали повышению накопления энергии в зерне, за исключением эффекта от применения одного контактного и смеси системных гербицидов (вариант 1, 1976 г. и вариант 2, 1977 г.). Следует отметить и влияние последствий ранее внесенных препаратов во всех вариантах, за исключением одного (8-й по сравнению с 4-м вариантом в

1977 г.). В 4-й ротации севооборота получена более высокая эффективность гербицидов в посевах ячменя по сравнению с обоими фонами во всех вариантах, за исключением одного (1-й по сравнению с 4-м в 1981 и 1983 гг.). В 5-й ротации севооборота большее накопление энергии в зерне отмечено при последствии ранее внесенных гербицидов на поле 2, вариант 2 и на поле 3, вариант 1 на навозно-минеральном фоне. В 6-й ротации севооборота большее влияние последствий ранее внесенных гербицидов на накопление энергии в зерне проявилось на поле 2, вариант 6 на минеральном фоне. В контрольном варианте накопленной энергии в зерне в посевах ячменя было получено больше по сравнению с обоими фонами, за исключением 5- и 6-й ротаций севооборота (1988 и 1993 гг. варианты 4 и 8 по сравнению с вариантом 9). С экологической точки зрения полные (совокупные) энергозатраты 10,4-32,7 ГДж/га при возделывании ячменя находятся в противоречии с встречаемым в литературе мнением, что 15-20 ГДж/га являются критической антропогенной нагрузкой [5]. В контрольном варианте совокупные энергозатраты в посевах ячменя в 5- и 6-й ротациях составили 10,4-13,7 ГДж/га при урожайности 19,6-35,9 ц/га зерна, в фоновых вариантах – 18,2-32,0 ГДж/га при урожайности 20,6-51,0 ц/га зерна. При использовании гербицидов или их последствии энергозатраты во всей технологии возделывания ячменя были равны 18,4-32,7 ГДж/га при урожайности 19,6-51,6 ц/га зерна. Полученные данные свидетельствуют о том, что в севообороте величина накопленной энергии изменялась существенно больше, чем совокупные энергозатраты на ее производство. Ранее при пооперационном рассмотрении энергозатрат на производство продукции озимой пшеницы было показано, что наиболее сильное влияние на них при прямом комбайнировании с копнением соломы оказывала засоренность полей [2].

## 2. Накопление энергии в зерне, энергозатраты и Кээ при возделывании и уборке ячменя в зависимости от применения средств химизации в севообороте

№ варианта (гербицид, препаративная форма, норма препарата, кг, л/га)	Урожайность зерна, ц/га			Накопленная энергия в зерне		Энергозатраты				Кээ		
				ГДж/га								
Ротация 1												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Год			Год			Год			Год		
	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1965	1966	1967	1965	1966	1967
1. ДНОК, 50%-ный с.п., 8	26,9	23,2	30,4	44,2	38,2	50,0	24,3	24,2	25,7	1,83	1,58	1,95
2. БЭ 2,4-Д, к.э., 0,3	27,9	21,5	31,1	45,9	35,4	51,2	24,1	23,7	25,5	1,91	1,49	2,00
3.ДНОК, 50%-ный с.п., 8 + БЭ 2,4-Д, к.э., 0,3	26,2	23,9	30,0	43,1	39,4	49,3	24,3	24,3	25,5	1,78	1,62	1,95
4.Фон – навоз + N <sub>50</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub>	28,0	20,5	28,2	46,1	33,7	46,3	23,8	23,4	24,3	1,95	1,44	1,91
НСР <sub>05</sub>	1,6	4,1	1,9	2,6	6,8	3,2	0,1	0,3	0,1	0,10	0,26	0,11
Ротация 2												
	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973	1971	1972	1973
1. Нитрафен, 60%-ная пс, 5,4	41,8	14,8	10,7	68,8	24,3	17,6	25,5	23,1	22,8	1,83	1,05	0,77
2. БЭ 2,4-Д, к.э., 0,3	41,4	13,7	10,7	68,1	22,6	17,6	24,0	21,7	21,5	1,89	1,04	0,82
3. Нитрафен, 60%-ная пс, 5,4 + БЭ 2,4-Д, к.э., 0,3	44,3	13,9	11,0	72,8	22,9	18,1	25,8	23,2	22,9	1,78	0,99	0,79
4. Фон – навоз + N <sub>75</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	41,4	14,1	9,1	68,1	23,2	15,0	23,8	21,5	21,0	1,95	1,08	0,71
НСР <sub>05</sub>	3,0	0,9	1,3	4,9	1,4	2,2	0,2	0,1	0,10	0,10	0,06	0,10
Ротация 3												
	1975	1976	1977	1975	1976	1977	1975	1976	1977	1975	1976	1977
1. Фон + Нитрафен, 60%-ная пс, 5,4	18,4	32,2	58,5	30,2	52,9	96,2	26,6	27,4	30,8	1,13	1,93	3,12
2. Фон + 2М-4ХМ, 80%-ный р.п., 1.25 + 2М-4Х,70% р.п., 0.36	24,7	33,1	41,3	40,6	54,5	67,9	26,6	26,8	27,8	1,53	2,03	2,44
3. Фон + Нитрафен, 60%-ная пс, 5,4 + 2М-4ХМ, 80%-ный р.п., 1.25 + 2М-4Х,70%-ный р.п., 0.36	27,2	36,5	55,9	44,7	60,0	91,9	27,8	28,0	30,1	1,61	2,14	3,06
4. Фон – навоз + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	12,2	28,4	38,1	20,1	46,8	62,7	24,8	26,0	26,9	0,81	1,80	2,33
5. Фон	17,1	33,8	45,5	28,0	55,6	74,8	25,1	26,6	27,7	1,12	2,09	2,70
6. Фон	16,0	35,2	48,5	26,3	57,8	79,8	25,0	26,7	28,0	1,05	2,16	2,84
7. Фон	18,0	36,2	47,8	29,6	59,5	78,7	25,2	26,8	27,9	1,18	2,22	2,82
8. Фон	27,2	36,9	36,8	44,7	60,6	60,5	25,8	26,9	27,6	1,73	2,26	2,19
НСР <sub>05</sub>	3,3	3,91	4,6	5,5	6,43	7,6	0,2	0,3	0,4	0,20	0,22	0,23
Ротация 4												
	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983

1. Фон I	14,2	-	44,1	23,4	-	72,6	20,5	-	23,3	1,14	-	3,11
2. Фон I+базагран, 48%-ный в.р., 2,1	15,5	-	49,4	25,5	-	81,3	21,3	-	24,7	1,20	-	3,29
3. Фон I+базагран, 48% -ный в.р., 2,1	15,6	-	48,0	25,6	-	78,9	21,2	-	24,3	1,21	-	3,25
4. Фон I – навоз + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>80</sub>	12,6	-	40,0	20,6	-	65,8	20,3	-	23,1	1,02	-	2,84
5. Фон II	17,7	-	39,7	29,0	-	65,0	18,7	-	20,9	1,55	-	3,10
6. Фон II+базагран, 48%-ный в.р., 2,1	18,3	-	38,3	30,1	-	63,0	19,4	-	21,3	1,55	-	2,95
7. Фон II+базагран, 48% -ный в.р., 2,1	17,7	-	39,7	29,2	-	65,3	19,3	-	21,5	1,51	-	3,04
8. Фон II – N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>210</sub>	14,7	-	33,5	24,1	-	55,1	18,5	-	20,5	1,30	-	2,69
НСР <sub>05</sub>	2,3	-	4,2	3,8	-	7,0	0,2	-	0,3	0,18	-	0,28

Ротация 5, контроль – без удобрений и ХСЗР; Г-гербицид, Р-ретардант, Ф-фунгицид на озимой пшенице

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		1987	1988	1989	1987	1988	1989	1987	1988	1989	1987	1988	1989
1. Фон I +Г+Р+Ф	послед- действие	51,8	22,4	32,7	85,3	36,8	53,8	32,7	22,2	24,5	2,61	1,66	2,19
2. Фон I +Г+Р		51,8	23,6	30,8	85,3	38,8	50,6	32,4	22,3	24,3	2,63	1,74	2,08
3. Фон I +Г		47,0	21,7	29,8	77,3	35,7	48,9	30,8	22,1	24,4	2,51	1,62	2,00
4. Фон I – навоз + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>		49,9	20,6	27,9	82,0	33,8	45,9	32,0	22,0	24,2	2,56	1,54	1,90
5. Фон II+Г+Р+Ф	послед- действие	50,0	21,9	25,6	82,2	36,1	42,1	31,2	19,6	21,3	2,63	1,84	1,97
6. Фон II +Г+Р		49,6	23,8	29,6	81,6	39,2	48,7	30,8	19,8	21,8	2,65	1,98	2,24
7. Фон II +Г		50,6	21,2	32,1	83,3	34,8	52,8	30,0	19,5	21,9	2,78	1,79	2,40
8. Фон II – N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>250</sub>		51,0	21,0	29,6	83,9	34,5	48,7	29,6	19,5	21,8	2,84	1,77	2,23
9. Контроль		33,6	19,6	24,0	55,2	32,2	39,5	13,7	10,4	12,1	4,03	3,07	3,26
НСР <sub>05</sub>		5,3	1,9	3,9	8,8	3,2	6,3	0,4	0,1	0,3	0,29	0,17	0,28

Ротация 6, контроль – без удобрений и ХСЗР; Г-гербицид, Р-ретардант, Ф-фунгицид на озимой пшенице

		1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
1. Фон I +Г+Р+Ф	после- действие	32,9	40,3	28,7	54,1	66,3	47,2	23,3	22,4	21,7	2,32	2,95	2,17
2. Фон I +Г+Р		33,8	41,2	28,0	55,5	67,8	46,1	23,1	22,6	21,8	2,40	3,00	2,11
3. Фон I +Г		31,1	41,9	26,8	51,2	68,9	44,0	23,1	22,7	21,6	2,21	3,04	2,04
4. Фон I – навоз + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>180</sub>	после- действие	31,8	38,0	27,2	52,3	62,4	44,8	23,6	22,3	21,7	2,22	2,80	2,06
5. Фон II+Г+Р+Ф		35,3	44,1	31,1	58,0	72,6	51,2	20,8	19,1	18,3	2,78	3,80	2,80
6. Фон II +Г+Р		37,6	42,1	33,4	61,4	69,3	54,9	21,3	19,1	18,5	2,88	3,64	2,98
7. Фон II +Г		37,7	44,3	30,7	61,9	73,0	50,5	21,3	19,3	18,4	2,91	3,79	2,74
8. Фон II – N <sub>70</sub> P <sub>60</sub> K <sub>250</sub>		34,2	40,6	28,9	56,3	66,8	47,6	21,1	18,9	18,2	2,66	3,53	2,62
9. Контроль		35,9	27,1	19,9	59,1	44,6	32,8	12,0	10,9	10,5	4,90	4,10	3,11
НСР <sub>05</sub>		5,2	4,4	2,9	8,6	7,2	4,8	0,4	0,3	0,2	0,35	0,33	0,21

Подобную закономерность наблюдали и в посевах ячменя, только выраженную менее контрастно (табл.3). С энергетической точки зрения [6] технология считается эффективной, если при планируемом уровне урожайности сельскохозяйственных культур обеспечивается превышение накопленной энергии в хозяйственно-ценной части урожая над вложенными совокупными энергозатратами и коэффициент энергетической эффективности (Кээ по зерну)  $\geq 1$ . Указанное условие было выполнено во все годы во всех вариантах опыта, за исключением 2-, 3-й ротаций севооборота (1973 г. все варианты; 1975 г. вариант 4) и частичной или полной гибели ячменя в 4-й ротации (1982 г.) вследствие неблагоприятных погодных условий в эти годы. Коэффициент энергетической эффективности в 1-й ротации севооборота при внесении гербицидов был одинаковым, за исключением 1965 г. (варианты 1 и 3); во

2-й ротации значения Кээ 1- и 3-го вариантов  $< 4$  варианта, а в 3-й ротации все варианты по величине значений были выше значений на фоновом варианте, кроме варианта 1 в 1976 г. и варианта 2 в 1977 г. В 4-й ротации на Кээ в оба года исследований гербицид базагран оказал положительное действие на обоих фонах, за исключением одного варианта (1983 г.) на навозно-минеральном. В 5- и 6-й ротациях отмечено отсутствие последствие гербицидов на Кээ на обоих фонах удобрений, за исключением вариантов 6 (1988 г.) и 1 (1989 г.) (табл. 2). В контрольном варианте Кээ был наивысшим и составил в 5-й ротации 3,07-4,40 и в 6-й 3,11-4,10. Здесь не следует забывать, что контрольный вариант был создан после 24-летнего использования удобрений и гербицидов, эквивалентно варианту 2-й схемы опыта.

### 3. Затраты энергии при прямом комбайнировании с копнением соломы ячменя в зависимости от применения пестицидов, ГДж/га

№ варианта	Без учета сорняков					С учетом сорняков				
	1966-2*	1971-1	1972-2	1976-2	1987-1	1966-2	1971-1	1972-2	1976-2	1987-1
1	1,20	1,51	0,93	1,23	2,08	1,24	1,61	0,94	1,28	2,18
2	1,15	1,45	0,91	1,25	2,28	1,19	1,52	0,91	1,27	2,47
3	1,22	1,57	0,91	1,32	2,12	1,25	1,60	0,92	1,34	2,21
4	1,16	1,49	0,92	1,20	3,21	1,26	1,70	0,97	1,34	3,71
НСР <sub>05</sub>	0,05	0,04	0,01	0,05	0,10	0,05	0,04	0,01	0,05	0,01

\*Год- поле.

Исследования показали, что энергозатраты на производство 1 ц зерна с учетом дополнительной продукции зависели от года исследований и средств химизации и были подвержены значительной вариации. Во 2-6-й ротациях заметна тенденция к снижению энергоемкости производства зерна ячменя при внесении и последствии ХСЗР на фоне удобрений, за исключением 5-й ротации на минеральном фоне (табл. 4). В 4-й ротации получена одинаковая энергоемкость производства зерна ячменя при периодическом и ежегодном внесении гербицидов при достоверной разнице (фон I + ХСЗР – высокая тенденция) по сравнению с фоновыми вариантами (табл. 5).

**4. Энергоемкость производства зерна ячменя с учетом дополнительной продукции, МДж/ц**

Ротация	Контроль	Фон I	Фон I + ХСЗР	Фон II	Фон II + ХСЗР
Первая	-	845-1048	823-1105	-	-
Вторая	-	576-2337	580-2149	-	-
Третья	-	707-2105	529-1465	-	-
Четвертая	-	582-1631	501-1462	618-1271	540-1097
Пятая	413-598	648-1128	625-1072	580-987	593-980
Шестая	404-696	610-871	543-805	467-677	430-601

**5. Энергоемкость производства зерна ячменя с учетом дополнительной продукции при периодическом и ежегодном внесении гербицидов, МДж/ц**

Год	Фон I	Фон I + П	Фон I + ХСЗР	Фон II	Фон II + П	Фон II + ХСЗР	НСР <sub>05</sub>
1981	1631-1636*	1462-1465	1369-1379	1271-1277	1067-1069	1068-1098	181-182
1983	598-602	544-546	507-514	758-764	660-663	652-673	70

\*1 значение – без сорняков, 2 – с учетом сорняков.

Примечание. П – без внесения гербицидов в текущем году.

**Заключение.** Экспериментальные данные и существующие программные средства, а также обобщение литературных сведений позволили провести энергетический анализ технологий возделывания и уборки ячменя при длительном

применении средств химизации в севообороте. Показано, что уровень антропогенной нагрузки на единицу площади не может служить оценочным критерием, а стабильность значений показателей энергетической эффективности зависит от устойчивости земледелия. Средства защиты растений в севообороте, улучшая фитосанитарную обстановку посевов, способствуют повышению энергетической эффективности за счет увеличения эффективности удобрений. Оценку энергетической эффективности средств химизации необходимо проводить по всей технологии возделывания и уборки ячменя.

*Литература*

1. Алиев А.М. Эффективность комплексного применения средств химизации в интенсивном земледелии центральных районов Нечерноземной зоны РСФСР // Дис... д-ра с.-х. н. 1989.-396 с. 2. Цимбалист Н.И., Ладонин В.Ф., Алиев А.М. и др. Оценка энергетической эффективности технологий возделывания и уборки озимой пшеницы в шестипольном севообороте многолетнего стационара // Агрохимия. – 2007. – № 7. – С. 49-63. 3. Алиев А.М., Цимбалист Н.И. Методические аспекты оценки энергетической эффективности технологий возделывания и уборки озимой пшеницы при длительном применении средств химизации в ЦРНЗ РФ.- М.: ВНИИА, 2011. – 52 с. 4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).- М.: Колос, 1973. 335 с. 5. Михайличенко Б.П., Кутузова А.А., Новоселов Ю.К. и др. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства.- М. 1995.- 174 с. 6. Базаров Е.И., Глинка Е.В., Мамонтова Д.А. и др. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства – М.: Изд-во Минсельхоза СССР, 1983. – 44 с.

**ENERGY EFFICIENCY OF BARLEY GROWING TECHNOLOGIES IN SIX CYCLES OF CROP ROTATION**

**A.M. Aliev<sup>1</sup>, G.I. Vaulina<sup>1</sup>, N.I. Tsimbalist<sup>1</sup>, V.A. Shmonin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Pryanishnikova 31a, Moscow, 127550 Russia*

<sup>2</sup>*Moscow State Agroengineering University, Timiryazevskaya ul. 58, Moscow, 127550 Russia*

*It has been shown that the energy efficiency of technologies for barley growing in crop rotation depends on agriculture sustainability, weather conditions, and applied chemicals.*

*Keywords: efficiency, cultivation technologies, barley, crop rotation*