

УДК: 911.52:551.4+631.47+631.81+633.521

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАНДШАФТНО-АДАПТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО МЕЖЕУМКА

М.А. Гисов, Н.В. Надежина

*Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева*

В статье представлены результаты трехлетнего экспериментального изучения эффективности выращивания льна масличного межееумочного сортотипа (*v. intermedium*). Исследования проводились синхронно на четырех участках: в геотопах зандрового и моренного ландшафтов с автоморфными и полугидроморфными почвами, типичными для пахотных земель региона и контрастными по комплексу агроэкологических свойств. Апробировали технологии различного уровня интенсивности. Фактор интенсификации – система удобрения. Выявлены способность культуры формировать наиболее высокие и устойчивые урожаи семян и соломки на автоморфных среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах плакорного ареала моренного ландшафта. Урожаи на почвах зандрового ландшафта ниже и нестабильны. В ложбинном ареале моренного ландшафта с глееватыми почвами в годы с обилием осадков в период созревания на высоком агрофоне проявляется диспропорция продукционных процессов в ущерб семенной и масличной продуктивности.

**Ключевые слова:** ландшафтно-адаптированные агротехнологии, зандровый и моренный ландшафты, автоморфные и полугидроморфные почвы, лен масличный межееумок, планирование урожайности, система удобрения.

**Актуальность и методологическое обоснование проблемы исследований.** Главная задача современного земледелия - получение высоких и устойчивых по годам урожаев культур, в наибольшей степени отвечающих запросам производства, при максимально эффективном использовании как природных ресурсов, так и техногенных инвестиций. Специальная задача регионального земледелия – расширение возможности товарного производства в отрасли, что возможно достичь при выращивании масличных культур. Лен масличный межееумочных сортов – новая для региона культура, высоко котирующаяся на сырьевом рынке, что вызывает интерес к ней сельскохозяйственных производителей. В Центре Европейской части РФ при относительно низкой обеспеченности теплом межееумок способен формировать до 20 ц/га семян с 40-42 % масла в них. В опытах кафедры растениеводства Ивановской ГСХА масло льна межееумка было пригодно для олифования: имело йодное число 180-202 г I<sub>2</sub>/100г, содержало до 78% ненасыщенных жирных кислот (линолевой и ли-

ноленовой) в составе масла. Кроме того, в сололке льна межееумка формировалось до 30% волокна, пригодного для котонирования [8]. В перспективе при внедрении отечественных технологий котонирования льноволокна значение культуры возрастет, появится возможность использовать лен масличный межееумок как культуру двойного назначения (масличную и прядильную). Отходы маслостебельного производства (жмых и шрот) - ценный концентрированный корм. Растет спрос на семена льна пищевой и фармацевтической промышленности, поскольку в составе семян обнаружены многие физиологически активные и полезные для здоровья человека компоненты [3].

В Ивановской области производственные посевы льна масличного отсутствуют. Залог эффективного использования культуры в агропредприятиях региона – тщательная апробация в различных ландшафтных условиях и разработка пакета инвариантов прецизионных (высокоточных) технологий выращивания, максимально адаптированных к особенностям ландшафтов Верхневолжья.

Сопряженный анализ многочисленных фондовых материалов, в том числе – картографических, специальных ландшафтных исследований кафедры растениеводства Ивановской ГСХА показал:

1. Ивановская область (как и Верхневолжье в целом) имеет беспрецедентно сложную ландшафтную структуру, представленную ландшафтными комплексами различного генезиса и свойств: в области Полесий (с дерново-подзолистыми почвами) ледниковыми - моренными - со среднесуглинистыми почвами на моренных суглинках, водноледниковыми - покровными со среднесуглинистыми почвами на покровных суглинках, зандровыми - с легкосуглинистыми и супесчаными почвами на моренных песках, в экотонах - переходными на двучленных отложениях, в границах Ополий (с серыми лесными почвами) – лессовыми (лессовидными). Условия возделывания культур на почвах данных ландшафтов существенно различаются: меняются составляющие водного, теплового баланса, как следствие – динамические процессы в почве и биоте.

2. Для региона характерна структурно-морфологическая (позиционно-динамическая) неоднородность всех ландшафтов, как следствие - неоднородность почвенного покрова, наличие в структуре почвенного покрова почв гидроморфного ряда (полугидроморфных - глееватых – на пашне). Секторно-зональные климатические особенности (преобладание осадков над испаряемостью, сезонная контрастность климата, промывной тип водного режима), расчлененность рельефа густой гидрографической сетью, близкий базис эрозии обусловили формирование глееватых почв в подчиненных ареалах даже зандровых (сформированных на песках), хорошо дренируемых ландшафтов. Доля глееватых почв, локализованных в первичных ложбинах стока талых и грунтовых вод, пронизывающих все поля, в хозяйствах Ивановской области составляет 30-70 %

площади пашни. В моренных ландшафтах, особенно на ледниковых равнинах Московского возраста (северная часть Тейковского, Комсомольский, Фурмановский, Вичугские районы) или ландшафтах Мещеры в нижних позициях геоморфологической системы Волжско-Клязьминского междуречья (Южский, Верхнеландеховский, Пучежский районы), глееватые почвы доминируют в структуре почвенного покрова, автоморфные почвы занимают лишь выпуклые в профиле и плане верхние участки склонов.

3. Ландшафтная неоднородность определяет существенное варьирование агроэкологических условий в пределах землепользования агропредприятий, площади одного севооборота и даже в пределах площади одного поля. Проекты внутрихозяйственного землеустройства, разрабатываемые в 70-80-е годы 20 века, не учитывали неоднородность пахотных земель: ложбины с глееватыми почвами в регионе подлежали распашке с целью «укрупнения полей». Весенний гидроморфизм почв, аридизация почв плакорных ареалов ландшафтов вследствие перераспределения воды в рельефе в ходе летней вегетации - стресс-факторы, лимитирующие урожайность культур и в итоге снижающие эффективность агротехнологий и общий экономический эффект производства [11]. При различных фоновых режимах атмосферных процессов более устойчивы урожаи в хозяйствах, территория землепользования которых расположена в лессовых и покровных ландшафтах, наибольшая вариабельность сборов продукции растениеводства наблюдается в ландшафтах моренных и зандровых [10]. Исследованию данных наиболее проблемных ландшафтов посвящены наши полевые эксперименты с 2001 года до настоящего времени. На Опытном поле ИГСХА на основе синхронного изучения почв и агроценозов выявили экологически однородные для возделываемых культур, а значит – элементарные в данном отношении – ареалы

моренного и зандрового агроландшафтов (по методике академика В.И. Кирюшина) [4,5]. На уровне мезокомбинаций структуру почвенного покрова идентифицировали как сочетание пятнистости автоморфных дерново-подзолистых почв различной степени оподзоленности на плакорах и пятнистости дерново-подзолистых глееватых почв с различной степенью выраженности процессов в ложбинных ареалах. Компонентами контрастных мезокомбинаций, таким образом, являются не элементарные почвенные ареалы, а почвенные микроструктуры с неконтрастными компонентами. Геоэкологический (геотопологический) метод трассирования границ структурных единиц ландшафтов (предложенный профессором СПбГУ А.Н. Ласточкиным), оказался вполне пригодным для выделения экологически однородных ареалов агроландшафта [6,7]. Структурируя агроландшафт, мы определили характер и местоположение ключевых участков для полевых экспериментов.

Как показали наши ландшафтные исследования, полевые культуры (изучены зерновые, зернобобовые, масличные культуры семейства Капустные) обладают специфической реакцией на комплекс природных и техногенных факторов. Лен масличный формирует значительное количество макроэнергетических соединений, что обуславливает его повышенную требовательность к тепловому режиму территории. Реальные ресурсы активного тепла, доступные культуре в ходе вегетации, определяются свойствами литогенной основы ландшафтов и тесно связаны с режимом влаги. Дефицит тепла на наиболее плодородных связных почвах и в годы с избыточным количеством осадков могут лимитировать продукционный процесс, снижать урожай льносемян и их качество. Индетерминантный характер развития льна усложняет продукционный процесс в условиях различных ландшафтов и их латеральных структурных компонентов.

В Ивановской области в 90-е годы проводили полевые опыты с культурой, однако ландшафтно-ориентированными исследования не были. В Ивановском НИИСХ изучали сорта льна масличного межеумочного сортотипа на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах на моренном суглинке. Фосфорно-калийные удобрения в дозах, рассчитанных на планируемые урожаи 15-25 ц/га, способствовали росту продуктивности, но сбор семян не превысил 14,7 ц/га [2]. В опытах Ивановской ГСХА на легкосуглинистой дерново-подзолистой почве на моренном песке на фоне удобрений под урожай 20 ц/га было сформировано 12,0 ц/га семян, при использовании некорневой подкормки ЖАУ КСААС получили 13,8-14,7 ц/га. Выход жира составил 500-600 кг/га [8,9].

Системные ландшафтные исследования позволят в кратчайший срок выработать рекомендации по размещению посевов на территории землепользования агропредприятий и параметры интенсификации технологии.

**Цель исследований:** Изучить влияние агроэкологических условий моренного и зандрового ландшафтов и их структурно-морфологических (позиционно-динамических) единиц – ареалов с автоморфными и полугидроморфными (глееватыми) почвами - на эффективность систем удобрения льна масличного (межеумка) при интенсификации технологии.

Исследования осуществляли в 2016-2018 годах по программе, объединяющей подходы программирования урожайности, адаптивно-ландшафтного земледелия, геотопологического метода трассирования границ экологически однородных ареалов агроландшафта (ЭОААЛ) [1,4,5,6,7,12]. Полевые опыты проведены на НУС Ивановской ИГСХА.

Опыт трехфакторный.

**Фактор 1.** Генетический род (подрод) ландшафта: зандровый с легкосуглинистыми дерново-подзолистыми почвами на моренном песке и моренный

с дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами на моренном суглинке.

*Фактор 2.* Местоположение (геотоп или элементарный ареал агроландшафта - ЭАА): плакор (межложбинное повышение) с автоморфными дерново-подзолистыми почвами различной степени оподзоленности; первичная ложбина стока с полугидроморфными (глееватыми) дерново-подзолистыми почвами.

*Фактор 3.* Уровень интенсивности технологии – планируемый урожай семян (ПУ) и особенности системы удобрения, выступающей как фактор интен-

сификации: контрольный (без использования удобрений, уровень урожайности не планируется); экстенсивный (ПУ-10 ц/га); умеренно-интенсивный (ПУ-15 ц/га) – два варианта системы удобрения – всех расчетных доз в основное внесение и с переносом  $N_{30}$  в подкормку в фазе «елочки»; высокоинтенсивный (ПУ-20 ц/га) – также два варианта системы удобрения – в основное внесение и с переносом  $N_{45}$  в подкормку.

Агрохимическая характеристика пахотного горизонта почв ключевых участков представлена в таблице 1.

Таблица 1.

### Агрохимическая характеристика почв ключевых участков

Ландшафт	Геотоп	Год	рН <sub>KCl</sub>	Содержание в $A_{пах}$		
				гумуса, %	подвижного фосфора, мг/кг почвы	обменного калия, мг/кг почвы
Зандровый	плакор	2016	5,1	1,70	200	70
		2017	4,5	1,40	175	150
		2018	5,0	1,70	200	100
	ложбина стока	2016	5,1	1,80	210	80
		2017	4,5	1,50	175	100
		2018	5,0	1,80	200	100
Моренный	плакор	2016	5,4	2,00	210	85
		2017	4,5	2,10	200	170
		2018	5,0	2,00	210	120
	ложбина стока	2016	5,0	2,10	200	90
		2017	4,5	2,00	200	170
		2018	5,0	2,00	210	120

По агрохимическим параметрам плодородия почвы ключевых участков между собой несколько отличались. Следует отметить более низкое содержание гумуса в почвах участков зандрового ландшафта (1,40-1,80 % против 2,00-2,10 %), кислую реакцию среды в 2017 году вследствие затяжной весны, менее высокое содержание калия в почвах участков 2016 года. В целом почвенные условия позволяли решить задачи исследований. Дефицит биогенных элементов устранял-

ся в опыте сбалансированными дозами минеральных удобрений. Дозы минеральных удобрений под планируемые урожаи рассчитывали балансовым методом.

В опыте использовали семена сорта Северный. Сорт создан в Сибирской опытной станции ВНИИМК методом индивидуального отбора из гибридной популяции от скрещивания образца ВИР из Марокко (К-1994) и селекционной линии 157. Внесен в Государственный реестр

селекционных достижений и допущен к использованию по Нижневолжскому, Уральскому, Западно- и Восточно-Сибирскому регионам с 1994 года. Сорт раннеспелый. Вегетационный период – 70-87 дней. Благодаря раннеспелости и высокой пластичности сорт вполне пригоден для выращивания в южно-таежной зоне (что подтверждается местонахождением агропредприятий, производящих в настоящее время семена сорта Северный высоких репродукций). Раннеспелость сорта сочетается с хорошей продуктивностью, высокой масличностью семян. Урожайность семян при сортоиспытании в условиях Сибири составила 12- 25 ц/га, масличность семян – 47,0-50,0 %. Сорт обладает высокой устойчивостью к фузариозу (90-95 %), осыпанию и полеганию, что весьма важно для выращивания в гумидном климате Верхневолжья. Соломка пригодна для получения короткого волокна.

Норма посева, принятая в опыте – 6 млн. всхожих семян на гектар. Как показали специальные исследования кафедры растениеводства Ивановской ГСХА, данная норма является оптимальной в почвенно-климатических условиях Ивановской области [8].

В годы проведения исследований фоновый гидротермический режим атмосферы был не одинаковым, что оказало влияние на ход продукционных процессов льна. В 2016 году отсутствие осадков в период цветения и формирования коробочек сдерживало плодо- и семенообразование. В 2017 и 2018 годах низкая теплообеспеченность ингибировала ростовые процессы льна в начальные фазы развития, но ветвление и формирование репродуктивных органов происходило в различных условиях. В 2017 году репродуктивные органы развивались в условиях умеренных температур и обилия осадков, что привело к снижению урожая семян в ложбинных ареалах ландшафтов, особенно моренного. В 2018 году форми-

рование плодов и семян происходило на фоне высоких температур и при дефиците осадков, что способствовало максимальной реализации потенциала продуктивности льна именно в данных ареалах.

**Основные результаты исследований.** Условия ареала размещения культуры оказывали существенное влияние на урожай семян, хотя различным образом в разные годы (табл. 2). В 2016 году минимальные урожаи семян получены в ареалах зандрового ландшафта. На контроле сбор их составил 2,3-3,0 ц/га, на фонах нарастающих доз удобрений – 5,5-8,2; 7,1-10,2 и 13,0-17,8 ц/га. Урожайность семян в опыте 2017 года в соответствующих ландшафтных и технологических условиях была, как правило, ниже, чем в 2016 году. На высокоинтенсивном агрофоне запланированные урожаи семян 20,8 и 20,0 ц/га получены в плакорных ареалах как зандрового, так и моренного ландшафтов. В пониженных ареалах, особенно моренного ландшафта, при обилии осадков в репродуктивный период семенообразование сдерживалось поздним и непродуктивным ветвлением и цветением растений. В 2018 году получены самые высокие в опыте урожаи семян (за исключением урожаев в наиболее аридизированном плакорном ареале зандрового ландшафта при слабой обеспеченности элементами минерального питания). В условиях 2018 года растения успешно использовали дополнительные ресурсы влаги почв ложбинных ареалов и сформировали максимальные урожаи семян: на высоком агрофоне в моренном ландшафте – 21,9-23,5 ц/га.

В среднем за три года наивысший урожай семян льна масличного 20,3 ц/га (102 % планируемого) получен в плакорном ареале моренного ландшафта на высокоинтенсивном агрофоне при допосевном внесении всех минеральных удобрений. В том же варианте опыта наиболее высокий средний урожай семян сформирован и в плакорном ареале зандрового ландшафта, но он составил 17,7 ц/га (88 % планируемого).

Таблица 2

**Семенная продуктивность льна масличного  
в зависимости от ландшафтных условий и агрофона**

Род ландшафта.	Геотоп	Агрофон	Урожай семян, ц/га				Степень реализации программы, %	Варьирование урожая семян	
			2016	2017	2018	средний за 3 года		ц/га	% сред.
Зандровый	Плакор	контроль	3,0	3,1	2,4	2,8	-	0,7	25
		НРК на 10 ц/га	8,2	4,5	6,3	6,3	63	3,7	59
		НРК на 15 ц/га	10,2	9,2	13,4	10,9	73	4,2	38
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	9,3	11,0	15,0	11,8	79	5,7	48
		НРК на 20 ц/га	14,9	<b>20,8</b>	17,3	<b>17,7</b>	88	5,9	33
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	13,0	14,1	<b>18,7</b>	15,2	76	5,7	38
	Ложбина	контроль	2,3	2,5	5,1	3,3	-	2,8	85
		НРК на 10 ц/га	5,3	4,1	14,6	8,0	80	10,5	131
		НРК на 15 ц/га	7,1	6,8	16,0	10,0	67	9,2	92
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	9,0	10,6	17,9	12,5	83	8,9	71
		НРК на 20 ц/га	15,9	15,7	<b>19,2</b>	16,9	84	3,5	21
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	<b>17,8</b>	10,2	<b>19,7</b>	15,9	80	9,5	60
Моренный	Плакор	контроль	3,8	4,1	6,8	4,9	-	3,0	61
		НРК на 10 ц/га	9,3	4,8	15,2	9,8	<b>98</b>	10,4	106
		НРК на 15 ц/га	13,4	9,1	16,9	13,1	87	7,8	60
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	16,9	12,8	18,9	16,2	<b>108</b>	6,1	38
		НРК на 20 ц/га	<b>20,2</b>	<b>20,0</b>	<b>19,9</b>	<b>20,3</b>	<b>102</b>	0,3	2
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	<b>22,4</b>	14,3	<b>20,8</b>	<b>19,2</b>	<b>96</b>	8,1	42
	Ложбина	контроль	5,2	4,3	9,2	6,2	-	4,9	79
		НРК на 10 ц/га	9,1	5,9	16,8	10,6	<b>106</b>	10,9	103
		НРК на 15 ц/га	12,3	11,4	19,1	14,3	<b>95</b>	7,7	54
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	15,1	12,6	20,2	16,0	<b>107</b>	7,6	48
		НРК на 20 ц/га	<b>18,0</b>	13,3	<b>21,9</b>	<b>17,7</b>	89	8,6	48
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	16,1	13,7	<b>23,5</b>	<b>17,8</b>	89	9,8	55
НСР <sub>05</sub>									
По роду ландшафта			1,08	0,58	0,37				
По геотопу			1,08	0,58	0,37				
По агрофону			2,95	0,72	0,46				

Лен масличный межеумок в целом проявил достаточно высокую толерантность к условиям полугидроморфных почв ложбинных ареалов: размещение на пониженных участках либо не изменило степень реализации программы урожайности, либо - на умеренно интенсивном агрофоне - способствовало росту показателя. Лишь на фоне высоких расчетных доз минеральных удобрений на среднесуглинистых почвах моренного ландшафта гидроморфизм почв снизил степень реализации программы с 96-102 % до 89%.

Перенос части азота в подкормки оказывал положительное влияние на семенную продуктивность льна масличного на умеренном агрофоне (подкормка в дозе  $N_{30}$ ), на высоком (подкормка в дозе  $N_{45}$ ) - только в условиях оптимальной обеспеченности влагой: при обилии осадков в репродуктивный период – в плакорных ареалах, на фоне дефицита осадков – в пониженных ложбинных.

Содержание сырого жира в семенах льна (в урожае 2016-2017 годов) варьировало в пределах 38,7-47,0 % (табл. 3). Активность образования масел была минимальной в ареалах зандрового и плакорном ареале моренного ландшафта при недостаточной обеспеченности элементами минерального питания: массовая доля жира составила 38,7-41,4 %.

Оптимизация условий минерального питания льна способствовала росту масличности семян в оба года исследований. В опыте не отмечено физиологического «разбавления», часто наблюдаемого в аграрной практике: при росте урожайности культур содержание ценных и энергетически емких веществ (белков, жиров, ароматических соединений и т.д.) снижается. Подкормки азотом в дозе  $N_{30}$  и  $N_{45}$ , как правило, оказывали

положительное влияние на процессы жиобразования, более выраженное при выращивании льна в ареалах зандрового ландшафта.

Для технической культуры группы масличных важным показателем эффективности возделывания – масличная продуктивность или выход жира с единицы площади. Валовой сбор жира определялся как массовой долей жира в семенах, так и урожаем семян, но в основном, зависел от урожайности. В сопоставимых технологических условиях более высокой масличной продуктивностью отличались посевы на среднесуглинистых почвах моренного ландшафта. Так, в урожае семян в ареалах зандрового ландшафта сформировано 102-778 кг/га жира, в ареалах моренного - 173-882 кг/га.

Решающее влияние на масличную продуктивность льна оказал технологический фактор - используемая система удобрения. При интенсификации системы удобрения валовой сбор жира в среднем за два года увеличился на легкосуглинистых почвах со 102-133 г/га на контрольном агрофоне до 193-282 кг/га на экстенсивном фоне питания, до 298-445 кг/га – на умеренно-интенсивном, до 593-778 кг/га – на высокоинтенсивном агрофоне, на среднесуглинистых почвах – соответственно со 173-208 кг/га до 316-334 кг/га, 515-666 кг/га и 676-882 кг/га. В лучших вариантах опыта – в плакорном ареале моренного ландшафта на фоне минеральных удобрений под урожай семян 20 ц/га - сбор жира составил в среднем за два года 788-882 кг/га.

Урожай соломки льна масличного межеумка в опыте определялся режимом погоды, реальной влагообеспеченностью растений в тех или иных ландшафтных условиях и во все годы напрямую зависел от интенсивности системы удобрения (табл. 4).

Таблица 3

**Масличная продуктивность льна  
в зависимости от ландшафтных условий и агрофона**

Род ландшафта	Геотоп	Агрофон	Массовая доля жира в семенах, %			Валовой сбор жира с урожаем, кг/га			Рост валового сбора жира под действием удобрений, кг/га
			2016	2017	средняя	2016	2017	средний	
Зандровый	Плакор	контроль	45,8	40,6	43,2	137	129	133	-
		НРК на 10 ц/га	45,7	41,9	43,8	375	188	282	149
		НРК на 15 ц/га	44,4	45,1	44,8	453	415	434	301
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	42,4	45,1	43,8	394	496	445	312
		НРК на 20 ц/га	43,6	43,5	43,6	650	905	<b>778</b>	645
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	44,9	47,0	<b>46,0</b>	584	663	624	491
	Ложбина	контроль	43,9	40,7	42,3	101	102	102	-
		НРК на 10 ц/га	38,7	44,2	41,4	205	181	193	91
		НРК на 15 ц/га	41,4	44,2	42,8	294	301	298	196
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	45,9	44,9	<b>45,4</b>	413	476	445	343
		НРК на 20 ц/га	40,7	40,4	40,6	647	634	641	539
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	42,2	42,6	42,4	751	434	593	491
Моренный	Плакор	контроль	46,2	41,7	44,0	175	171	173	-
		НРК на 10 ц/га	46,5	41,9	44,2	432	201	316	143
		НРК на 15 ц/га	45,7	47,7	<b>46,7</b>	612	434	523	350
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	44,6	45,1	44,9	754	577	666	493
		НРК на 20 ц/га	44,0	43,7	43,9	889	874	<b>882</b>	709
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	43,5	42,0	42,8	974	601	<b>788</b>	615
	Ложбина	контроль	44,1	43,2	43,7	229	186	208	-
		НРК на 10 ц/га	45,7	42,7	44,2	416	252	334	126
		НРК на 15 ц/га	45,3	41,5	43,4	557	473	515	307
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	44,9	42,1	43,5	678	530	604	396
		НРК на 20 ц/га	45,1	43,4	44,3	812	577	695	487
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	43,8	47,0	<b>45,4</b>	705	644	676	468



Таблица 4

**Сбор соломки льна масличного  
в зависимости от ландшафтных условий и агрофона**

Род ландшафта	Геотоп	Агрофон	Урожай соломки, ц/га				Рост сбора соломки на фоне удобрений, ц/га		Варьиру-вание урожая соломки	
			2016	2017	2018	средний за 3 года	ц/га	% контр.	ц/га	% сред.
Зандровый	Плакор	контроль	6,2	5,8	4,5	5,5	-	-	1,7	31
		НРК на 10 ц/га	16,4	8,4	14,0	12,9	7,4	134	8,0	62
		НРК на 15 ц/га	20,8	17,3	32,4	23,5	18,0	327	15,1	64
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	23,4	20,9	38,2	27,5	22,0	400	17,3	63
		НРК на 20 ц/га	37,6	41,6	44,9	<b>41,4</b>	35,9	652	7,3	18
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	34,7	29,4	<b>52,4</b>	<b>38,8</b>	33,3	605	23,0	59
	Ложбина	контроль	4,1	3,3	9,5	5,6	-	-	6,2	111
		НРК на 10 ц/га	10,9	5,9	34,3	17,0	11,4	203	28,4	167
		НРК на 15 ц/га	19,0	10,7	41,0	23,6	18,0	321	30,3	128
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	23,5	17,0	53,6	31,4	25,8	461	36,6	116
		НРК на 20 ц/га	38,3	25,1	<b>64,8</b>	<b>42,7</b>	371	662	39,7	93
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	<b>45,2</b>	16,9	<b>63,6</b>	<b>41,9</b>	363	648	46,7	111
Моренный	Плакор	контроль	13,1	7,9	13,3	11,4	-	-	5,4	68
		НРК на 10 ц/га	19,7	9,0	35,6	21,4	10,0	88	26,6	124
		НРК на 15 ц/га	29,1	21,5	45,0	31,9	20,5	180	23,5	74
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	35,8	28,8	53,0	39,2	27,8	244	24,2	62
		НРК на 20 ц/га	40,1	<b>39,6</b>	<b>57,1</b>	<b>45,6</b>	34,2	300	17,5	38
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	<b>44,4</b>	28,7	<b>58,3</b>	<b>43,8</b>	32,4	284	29,6	68
	Ложбина	контроль	14,7	8,0	18,7	13,8	-	-	10,7	78
		НРК на 10 ц/га	26,2	11,1	40,4	25,9	12,1	88	29,3	113
		НРК на 15 ц/га	33,0	24,5	55,8	37,8	24,0	174	31,3	83
		НРК на 15 ц/га, N-подкорм.	<b>49,6</b>	26,3	<b>72,8</b>	<b>49,6</b>	35,8	259	46,5	94
		НРК на 20 ц/га	42,1	27,8	<b>77,3</b>	<b>49,1</b>	35,3	256	49,5	100
		НРК на 20 ц/га, N-подкорм.	<b>49,7</b>	28,8	<b>86,0</b>	<b>54,8</b>	41,0	297	57,2	100
НСР <sub>05</sub>										
По роду ландшафта			0,64	1,78	1,52					
По геотопу			0,64	1,78	1,52					
По агрофону			2,16	2,07	6,75					

На контрольном фоне минерального питания сборы соломки были стабильно низкими, особенно при выращивании льна на легких почвах. На экстенсивном фоне удобрения средний за три года урожай соломки по отношению к урожаю на контрольном агрофоне в ареалах зандрового ландшафта увеличился на 134-203, на умеренно-интенсивном – на 321-461, на высокоинтенсивном - на 605-662 %. В ареалах моренного ландшафта рост урожая соломки составил соответственно 88, 174-259 и 256-300 %. Максимальный выход соломки 43,8-54,8 ц/га обеспечило выращивание льна-межеумка на среднесуглинистых почвах моренного ландшафта на фоне высоких расчетных доз полного минерального удобрения. На умеренно-интенсивном фоне минерального питания подкормки, как правило, способствовали повышению урожая соломки, на высокоинтенсивном фоне эффект был не стабильным.

#### **Основные выводы**

1. Лен масличный межеумок в Ивановской области при реализации интенсивных технологий выращивания способен формировать урожаи семян до 20-23 ц/га с

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Агроэкология/ Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. М.:КолосС,2004.536 с.
2. Вихорева Г.В. Эффективность применения различных доз азота и вынос его с урожаем льна масличного//Совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Верхневолжье. Владимир, 2000. С.273-277.
3. Захарова Л.М. Как обеспечить высокий урожай льна масличного. Поле Августа. 2011.№11(99).
4. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА,2000.473 с.
5. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. М.:КолосС,2011.443 с.
6. Ласточкин А.Н. Структурно-морфологическое основание наук о Земле (Геотопология, структурная география и общая теория геосистем). СПб.: Изд. СПбГУ,2002.762 с.
7. Ласточкин А.Н. Общая теория геосистем. СПб.: Изд-во «Лема», 2011.980с.
8. Морозов И.В. Формирование урожая льна масличного в условиях Верхневолжья Центрального района Нечерноземной зоны Россий-

массовой долей жира 41,4-46,7 %, обеспечить валовой сбор жира до 880 кг/га, выход соломки – до 45-55 ц/га.

2. Более высокая продуктивность льна в сопоставимых технологических условиях отмечена на среднесуглинистых почвах моренного ландшафта.

3. Лен масличный проявил толерантность к гидроморфизму почв пониженных ареалов ландшафтов при благоприятном режиме метеофакторов, но в годы с обилием осадков в репродуктивный период снижал семенную продуктивность на этих участках.

4. Условие эффективного выращивания льна масличного в регионе – оптимизация минерального питания сбалансированными дозами полного минерального удобрения, рассчитанными на планируемый урожай 15-20 ц/га в соответствии с возможностями инвестирования в систему удобрения культуры.

5. Максимальные урожаи маслосемян и соломки, валовой сбор жира получены на высокоинтенсивном агрофоне (в наших опытах N<sub>110-170</sub> P<sub>10-30</sub> K<sub>120-190</sub>).

ской Федерации. Дисс. на соиск. уч. степени канд. с/х. наук. Иваново,2002.203 с.

9. Надежина Н.В. Эффективность возделывания льна масличного при различных сроках посева и режимах минерального питания//Совершенствование технологий возделывания с/х. культур в Верхневолжье. Сб. статей. Иваново,2001. С. 209-217.

10. Надежина Н.В. Методологическое и экспериментальное обоснование прецизионных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Верхневолжье//Вопросы повышения урожайности сельскохозяйственных культур Верхневолжья. Сб. трудов. Иваново, ИГСХА, 2011. С. 75-92.

11. Надежина Н.В. Ландшафтно-геоэкологический подход в земледелии и адаптивная интенсификация технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Верхневолжье // Актуальные проблемы развития агропромышленного комплекса в Верхневолжье. Сб. трудов. Суздаль, 2011,С.45-58.

12. Шатилов, И.С. Принципы программирования урожайности / И.С. Шатилов // Вестник с.-х. наук. 1973. № 3. С. 8-14.

*Рукопись поступила в редакцию 13.08.19*

JEL code: Q10

IN THE UPPER VOLVAGE EFFICIENCY OF LANDSCAPE-ADAPTED TECHNOLOGIES OF CULTIVATION OF FLAX OIL-DIVIDED

*M.A. Giesov, N.V. Nadezhina*

Ivanovskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya imeni D.K. Belyaeva

The article presents the results of a three-year experimental study of the efficiency of growing flax oil-bearing inter-grade cultivar (v. Intermedium). The studies were conducted simultaneously in four areas: in geotopes of sandy and moraine landscapes with automorphic and semi-hydromorphic soils, typical of the arable land of the region and contrasting in a complex of agroecological properties. Tested technologies of different intensity levels. The intensification factor is the fertilizer system. The ability of the culture to form the highest and most stable yields of seeds and straw on automorphic medium loamy sod-podzolic soils of the plakorny range of the moraine landscape is revealed. Crops on the soils of the sandy landscape are lower and unstable. In the hollow area of the moraine landscape with gleyic soils in years with abundant precipitation during the period of ripening on a high agricultural background, there is a disproportion in production processes to the detriment of seed and oilseed productivity.

**Key words:** Landscape-adapted agricultural technologies, sandstone and moraine landscapes, automorphic and semi-hydromorphic soils, oil flax mezheumok, yield planning, fertilizer system, maintenance and gross fat collection.

References

1. Agroekologiya/ Pod red. V.A. Chernikova, A.I. Chkeresa. M.:KolosS,2004.536 s.
2. Vihoreva G.V. Effektivnost' primeneniya razlichnyh doz azota i vynos ego s urozhaem l'na maslichnogo//Sovershenstvovanie tekhnologij vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Verhnevolzh'e. Vladimir, 2000. S.273-277.
3. Zaharova L.M. Kak obespechit' vysokij urozhaj l'na maslichnogo. Pole Avgusta. 2011.№11(99).
4. Kiryushin V.I. Ekologizaciya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika. M.: Izd-vo MSKHA,2000.473 s.
5. Kiryushin V.I. Teoriya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya i proektirovanie agrolandshaftov. M.:KolosS,2011.443 s.
6. Lastochkin A.N. Strukturno-morfologicheskoe osnovanie nauk o Zemle (Geotopologiya, strukturnaya geografiya i obshchaya teoriya geosistem). SPb.: Izd. SPbGU,2002.762 s.
7. Lastochkin A.N. Obshchaya teoriya geosistem. SPb.: Izd-vo «Lema», 2011.980s.
8. Morozov I.V. Formirovanie urozhaev l'na maslichnogo v usloviyah Verhnevolzh'ya Central'nogo rajona Nechernozemnoj zony Rossijskoj Federacii. Diss. na soisk. uch. stepeni kand. s/h. nauk. Ivanovo,2002.203 s.
9. Nadezhina N.V. Effektivnost' vozdeleyvaniya l'na maslichnogo pri razlichnyh srokah poseva i rezhimah mineral'nogo pitaniya//Sovershenstvovanie tekhnologij vozdeleyvaniya s/h. kul'tur v Verhnevolzh'e. Sb. statej. Ivanovo,2001. S. 209-217.
- 10.Nadezhina N.V. Metodologicheskoe i eksperimental'noe obosnovanie precizionnyh tekhnologij vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Verhnevolzh'e//Voprosy povysheniya urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur kul'tur Verhnevolzh'ya. Sb. trudov. Ivanovo, IGSKHA, 2011. S. 75-92.
- 11.Nadezhina N.V. Landshaftno-geoekologicheskij podhod v zamledeleii i adaptivnaya intensifikaciya tekhnologij vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur v Verhnevolzh'e // Aktual'nye problemy razvitiyaagropromyshlennogo kompleksa v Verhnevolzh'e. Sb. trudov. Suzdal', 2011,S.45-58.
- 12.SHatilov, I.S. Principy programmirovaniya urozhajnosti / I.S. SHatilov // Vestnik s.-h. nauk. 1973. № 3. S. 8-14.