پودر سویا جایگزین مناسب برای پودر ماهی در جیره ی غذایی ماهیان: مطالعه مروری

مریم عضدی[۱]، وحید مرشدی[۱]*

۱. پژوهشکده خلیج فارس، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر

چکیده

به علت هزینه‌ی بالای پودر ماهی در جیره ماهیان، کاهش دادن سطوح آن در جیره می‌تواند به کاهش هزینه غذا منجر شود. در بین منابع متفاوت پروتئینی جایگزین پودر ماهی، پودر سویا به دلیل عرضه، قیمت و پروفیل اسیدهای آمینه‌ی مطلوب مناسب‌ترین جایگزین می‌باشد. از طرف دیگر پروتئین‌های گیاهی از جمله پودر سویا حاوی فاکتورهای ضدتغذیه‌ای (مثل بازدارنده‌های پروتئازی، کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم، فیتات و غیره) هستند. این فاکتورهای ضد تغذیه‌ای ممکن است بر رشد، مصرف غذا و هضم و جذب مواد مغذی اثر بگذارند. برخی محققان همچنین بیان کرده‌اند که محدودیت‌های اصلی در استفاده از پودر سویا به سطوح پایین متیونین، حضور فاکتورهای ضد تغذیه‌ای و کربوهیدرات‌های پیچیده مربوط می‌شود. برای از بین بردن بعضی از این اثرات از پروتئین سویای تغلیظ شده استفاده می‌کنند که به طور معمول حاوی ٪۷۰-۶۵ پروتئین خام است. مطالعات در مورد گونه های مختلف ماهیان مشخص کرده است که سطح جایگزینی پودر ماهی با پودر سویا و نرخ رشد به صورت معکوسی با یکدیگر ارتباط دارند. اختلاف بین محققان در مورد استفاده از پودر سویا به عنوان منبع پروتئینی به کیفیت فرآوری پودر سویا، اختلاف در فرموله سازی جیره‌ی غذایی، اختلاف در گونه های ماهیان، اندازه‌ی ماهیان و سیستم های پرورشی بر می‌گردد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه گرفت که قرار دادن پودر سویا به عنوان منبع پروتئینی در جیره‌ی غذایی ماهیان متفاوت است و قبلاً برای هر گونه ماهی باید مطالعه جداگانه‌ای صورت گیرد.

لغات کلیدی: پودر سویا، پودر ماهی، عملکرد رشد، جایگزینی

* نویسنده مسئول: **Email: v.morshedi@gmail.com**

مقدمه

ماهیان نیاز بالایی به پروتئین در جیره‌ی غذایی دارند. در پرورش ماهیان گوشتخوار میزان پروتئین معمولا ۴۰ تا ۵۰ درصد از وزن خشک را تشکیل می‌دهد، که پودر ماهی به خاطر ارزش غذایی و دلپذیر بودن بیشترین نسبت از میان منابع پروتئینی جیره را تشکیل می‌دهد (Hertrampf and Piedad-Pascual, 2012, Wilson and Halver, 1986). به علت گران بودن پودر ماهی در تغذیه ماهیان، کاهش دادن سطح آن می‌تواند به کاهش هزینه‌های غذایی ماهیان پرورشی و تجاری منجر شود (Lovell, 1989, Wang et al., 2006). در ارزیابی کلی پتانسیل یک منبع پروتئینی جدید در جیره موجودات زنده جانوری، باید ملاحظات ویژه‌ای در مورد قابلیت دسترسی، قیمت و ارزش غذایی در نظر گرفته شود (Dong et al., 1993, Teskeredžić et al., 1995). در بین منابع متفاوت پروتئینی جایگزین پودر ماهی، پودر سویا به دلیل عرضه، قیمت و پروفیل اسیدآمینه مطلوب، مناسب‌ترین جایگزین به حساب می‌آید (Hardy, 1999, Hertrampf and Piedad-Pascual, 2012).

پودر سویا

پروتئین‌های گیاهی از جمله پودر سویا حاوی تعدادی فاکتورهای ضدتغذیه‌ای هستند. در سویا بسیاری از این فاکتورها مثل بازدارنده‌های پروتئازی، کربوهیدرات‌های غیرقابل هضم، لکتین‌ها و ساپونین‌ها وجود دارند که در بین این فاکتورها پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای ممکن است نقش پیشرو را بازی کنند (Francis et al., 2001, Olli et al., 1995). این فاکتورهای ضد تغذیه‌ای ممکن است بر رشد، مصرف غذا، هضم و جذب مواد مغذی در حالت کلی اثر بگذارند (Francis et al., 2001). کاهش در عملکرد رشد در برخی ماهیان تغذیه شده با پروتئین های گیاهی به حضور ساپونین در جیره نسبت داده شده است (Chikwati et al., 2012). در مقابل گزارش شده است که حضور ساپونین در جیره، عملکرد رشد ماهی سی باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد (Couto et al., 2015). در آزاد ماهیان فاکتورهای ضدتغذیه‌ای می تواند کاهش هضم و مصرف پروتئین را در پی داشته باشد که منجر به کاهش میزان رشد می‌شود (Krogdahl et al., 1994, Vielma et al., 2000). همچنین ترکیبات آمینواسیدی پروتئین‌های گیاهی ممکن است کمبود اسیدآمینه‌های ضروری را موجب شود و در نتیجه آن رشد و مصرف پروتئین کم شود (Espe et al., 2006, Hansen et al., 2007). فیتات موجود در پروتئین‌های گیاهی نیز دسترسی به پروتئین و مواد معدنی جیره را کاهش می‌دهد (Vielma et al., 2003). برخی محققان گزارش داده‌اند که حرارت دادن پودر سویا در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد برای ۳۰ تا ۹۰ دقیقه بیشتر بازدارنده‌های پروتئاز موجود را از بین می‌برد. با این وجود حرارت دادن می‌تواند باعث از دست رفتن آمینواسیدهای ضروری شود (Viola et al., 1983). همچنین برخی مطالعات نشان داده است که محدودیت‌های اصلی در استفاده از پودر سویا به سطوح پایین میتونین و حضور فاکتورهای ضدتغذیه‌ای و کربوهیدرات‌های پیچیده مربوط می‌شود (Plakas et al., 1985). استفاده از پروتئین سویای تغلیظ شده که از طریق اتانول آبدار یا عصاره متانول از ورقه‌های سویای روغن‌گیری شده تولید می‌شود، می تواند یکی از راه‌های حذف محدودیت‌های پروتئین‌های گیاهی باشد. سویای تغلیظ شده به طور معمول حاوی ٪۶۵-۷۰ پروتئین خام است و عمل‌آوری صورت گرفته بر روی آن، فاکتورهای ضدتغذیه‌ای، کربوهیدرات‌های قابل هضم و فیبر را جابجا و غیرفعال می‌کند ولی باعث تغییری در اسید فیتیک نمی‌شود (Deng et al., 2006, Lusas and Riaz, 1995). همچنین پروتئین سویای تغلیظ شده، پروفیل اسیدهای آمینه ی نسبتاً

متعادلی برای ماهیان دارد ولی در مورد بعضی از اسیدهای آمینه ضروری مخصوصاً متیونین سطوح پایینی دارد که برای اصلاح ارزش غذایی آن نسبت به ترکیبات اسیدآمینه می‌توان این اسیدآمینه را به جیره اضافه کرد (Bureau et al., 1998, Storebakken, 2000).

نتیجه گیری و بحث

چندین مطالعه صورت گرفته بر روی جایگزینی پودر ماهی با پودر سویا در ماهیان گوشتخوار دریایی نشان داده است که اثرات معکوسی بر روی عملکرد رشد (Silva-Carrillo et al., 2012, Song et al., 2014)، کارائی تغذیه (Silva-Carrillo et al., 2012) و شرایط سلامت ماهیان (Ye et al., 2011) دارد. با این حال برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند که پودر سویا در صورت مکمل‌سازی با اسید آمینه در جیره ماهیان دریایی گوشتخوار، بدون ایجاد اثرات منفی روی رشد و تغذیه در حدود ۲۰ تا ٪۶۰ می‌تواند جایگزین شود (Kader et al., 2010, Silva-Carrillo et al., 2012, Zhang et al., 2016). مطالعات در مورد گونه‌های مختلف ماهیان مشخص کرده است که سطوح جایگزینی پودرماهی با پودر سویا و نرخ رشد به صورت معکوس با هم ارتباط دارند که اکثراً حضور بازدارنده‌های تریپسین می‌تواند دلیل کاهش در رشد باشد (Pongmaneerat and Watanabe, 1992, Reigh and Ellis, 1992). گنجاندن پودر سویا به اندازه‌ی ٪۳۷ در جیره‌ی غذایی ماهی بارب حلب (*Barbodes altus*) در مقایسه با جیره کنترل حاوی پودر ماهی و بدون پودر سویا، بر روی شاخص‌های رشد و تغذیه اثری منفی نداشت (Elangovan and Shim, 2000). Viyakarn و همکاران (۱۹۹۲) گزارش دادند که جایگزینی ۵۵ ٪ از پودر ماهی با پودر سویا اثری در رشد و مصرف غذا در ماهی ایجاد نکرد. Refstie و همکاران (۲۰۰۱) گزارش دادند که جایگزینی۲۰ ٪ از پودر ماهی دارای کیفیت بالا با پودر سویا در جیره‌ی غذایی ماهی آزاد اطلس بدون کاهش رشد مناسب است. در مطالعه‌ای بر روی شانک سر طلایی (*Sparus aurata*) سطوح بالایی از سویا٪ ۷۵-۵۰ استفاده و کاهش جزئی در رشد را مشاهده شده‌است، اما با جایگزینی کامل، کاهش قابل توجهی در جذب غذا و اضافه وزن گزارش شده‌است (Sitjà-Bobadilla et al., 2005). زمانی‌که جایگزینی ۱۵، ۳۰، ۴۵، ۶۰ و ۷۵ درصدی از پودر سویا با پودر ماهی در جیره ماهی صبیتی (*Sparidentex hasta*) صورت گرفت، نشان داده شد که بیشترین سطح جایگزینی در جیره این ماهی ۱۶/۵ تا ۲۷/۳ درصد می‌باشد. این محققان همچنین بیان کردند که با افزایش سطوح جایگزینی عملکرد رشد و تغذیه کاهش می‌یابد (Yaghoubi et al., 2016). پیش از این ثابت شده‌است که اجزای الکلی قابل حل پودر سویا، فاکتورهای ضدتغذیه‌ای هستند که به‌طور منفی بر قابلیت هضم چربی به‌خصوص در اسیدهای چرب زنجیره بلند و اسیدهای چرب اشباع شده دارای یک پیوند دوگانه در ماهی آزاد اطلس (*Salmo salar*) اثر می‌گذارند، این امر ممکن است همچنین یکی از دلایل کاهش چربی در لاشه و نرخ رشد در ماهیان تغذیه شده با پودر سویای (پودر سویا تقریباً ٪۵۲ از جیره) بالا باشد (Olli and Krogdahl, 1995). Wang و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند که جایگزینی ٪۷۵ پودر ماهی با پودر سویا در جیره‌ی غذایی حاوی متیونین مکمل مناسب است. این محققان پیشنهاد دادند که جیره حاوی مکمل متیونین همراه با همه‌ی منابع پروتئینی گیاهی (از جمله پودر سویا) به‌طورکلی می‌تواند با پودر ماهی جیره‌ی غذایی که در حد سیری با جیره‌ی حاوی ٪۳۵ پروتئین تغذیه شده‌اند جایگزین شود بدون اینکه اثری در مغایرت با اضافه وزن یا ترکیب بدن داشته باشند. در مطالعات Deng و همکاران (۲۰۰۶) مشخص شد که با افزایش پودر

سویای تغلیظ شده حتی در سطوح پایین ٪۲۵ جایگزینی با پودر ماهی رشد به صورت تدریجی کاهش یافت که با مشاهدات درباره سیم سرطلایی (*Sparus aurata*) (Kissil et al., 2000) مشابه بود. این محققان گزارش کردند که پیوستگی معکوس بین رشد و سطوح پودر سویای تغلیظ شده در جیره‌ی غذایی ماهیان وجود دارد. در مغایرت با این مطلب برخی مطالعات موفقیت‌های قابل توجهی در جایگزینی (۴۰-۷۵٪) یا جایگزینی کامل پودر ماهی با پودر سویای تغلیظ شده در تعدادی از ماهیان گزارش داده‌اند که این امر ممکن است به علت کامل کردن اسیدهای آمینه باشد. پودر سویای تغلیظ شده به علت کاهش قابل توجه بازدارنده‌های تریپسین و الیگوساکاریدهای غیرقابل هضم، قابلیت هضم بالاتری نسبت به پودر سویای معمولی دارد (Kaushik et al., 1995, Refstie et al., 2001). در مطالعه‌ای که با استفاده از پودر سویای عصاره‌گیری شده در حد ٪۲۵ از پروتئین جیره‌ی غذایی برای ماهی کاد صورت گرفته است هیچ اثری را بر روی رشد مشاهده نشده. اما گزارش شده‌است که جذب غذا افزایش و قابلیت هضم ظاهری چربی‌ها و اسیدهای آمینه کاهش می‌یابد. همچنین زمانی‌که ماهی کاد با جیره‌های غذایی مکمل به اندازه ی ٪۱۴ پودر سویا و ٪۲۸گلوتن (٪۵۰جایگزینی پروتئینی) تغذیه شود هیچ اثر منفی بر روی رشد آن نخواهد داشت (Refstie et al., 2006).

اختلاف نظر بین پژوهشگران در مورد استفاده از پودر سویا به عنوان منبع پروتئینی به کیفیت فرآوری پودر سویا، اختلاف در فرموله‌سازی جیره‌ی غذایی، اختلافات در گونه‌های ماهیان، اندازه و سیستم پرورشی ارتباط دارد (Viyakarn et al., 1992, Deng et al., 2006).

در نهایت با جمع‌بندی مطالعات صورت گرفته می‌توان نتیجه گرفت هر چند که با جایگزینی سطوح پودر ماهی با منابع گیاهی هزینه‌های غذا کاهش پیدا می‌کند، اما باید به این نکته توجه داشت که در صورت استفاده از سطوح بالای منابع گیاهی در جیره غذایی ماهیان گوشتخوار به ویژه ماهیان دریایی، کاهش عملکرد رشد و تغذیه را به همراه دارد. بنابراین باید سطوح مناسب برای هر گونه مشخص شود. همچنین استفاده از پروتئین‌های گیاهی عمل آوری شده (پودر سویایی که پروتئین آن تغلیظ شده) به جای پودر سویای معمولی به علت غیرفعال کردن بعضی از فاکتورهای ضدتغذیه‌ای و مکمل کردن جیره‌های گیاهی با اسیدهای آمینه لیزین و میتونین در مزارع پرورشی ماهیان می‌تواند تا حد زیادی اثرات منفی مذکور را کاهش دهد.

منابع

BUREAU, D. P., HARRIS, A. M. & CHO, C. Y. 1998. The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture,* 161**,** 27-43.

CHIKWATI, E. M., VENOLD, F. F., PENN, M. H., ROHLOFF, J., REFSTIE, S., GUTTVIK, A., HILLESTAD, M. & KROGDAHL, Å. 2012. Interaction of soyasaponins with plant ingredients in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *British Journal of Nutrition,* 107**,** 1570-1590.

COUTO, A., KORTNER, T., PENN, M., ØSTBY, G., BAKKE, A., KROGDAHL, Å. & OLIVA-TELES, A. 2015. Saponins and phytosterols in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: effects on growth, intestinal morphology and physiology. *Aquaculture Nutrition,* 21**,** 180-193.

DENG, J., MAI, K., AI, Q., ZHANG, W., WANG, X., XU, W. & LIUFU, Z. 2006. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate on feed intake and growth of juvenile Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture,* 258**,** 503-513.

DONG, F. M., HARDY, R. W., HAARD, N. F., BARROWS, F. T., RASCO, B. A., FAIRGRIEVE, W. T. & FORSTER, I. P. 1993. Chemical composition and protein digestibility of poultry by-product meals for salmonid diets. *Aquaculture,* 116**,** 149-158.

ELANGOVAN, A. & SHIM, K. 2000. The influence of replacing fish meal partially in the diet with soybean meal on growth and body composition of juvenile tin foil barb (*Barbodes altus*). *Aquaculture,* 189**,** 133-144.

ESPE, M., LEMME, A., PETRI, A. & EL-MOWAFI, A. 2006. Can Atlantic salmon (*Salmo salar*) grow on diets devoid of fish meal? *Aquaculture,* 255**,** 255-262.

FRANCIS, G., MAKKAR, H. P. & BECKER, K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture,* 199**,** 197-227.

HANSEN, A.-C., ROSENLUND, G., KARLSEN, Ø., KOPPE, W. & HEMRE, G.-I. 2007. Total replacement of fish meal with plant proteins in diets for Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) I—Effects on growth and protein retention. *Aquaculture,* 272**,** 599-611.

HARDY, R. 1999. Aquaculture's rapid growth requirements for alternate protein sources. *Feed Management,* 50**,** 25-28.

HERTRAMPF, J. W. & PIEDAD-PASCUAL, F. 2012. *Handbook on ingredients for aquaculture feeds*, Springer Science & Business Media.

KADER, M. A., KOSHIO, S., ISHIKAWA, M., YOKOYAMA, S. & BULBUL, M. 2010. Supplemental effects of some crude ingredients in improving nutritive values of low fishmeal diets for red sea bream, *Pagrus major*. *Aquaculture,* 308**,** 136-144.

KAUSHIK, S., CRAVEDI, J., LALLES, J., SUMPTER, J., FAUCONNEAU, B. & LAROCHE, M. 1995. Partial or total replacement of fish meal by soybean protein on growth, protein utilization, potential estrogenic or antigenic effects, cholesterolemia and flesh quality in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture,* 133**,** 257-274.

KISSIL, G. W., LUPATSCH, I., HIGGS, D. & HARDY, R. 2000. Dietary substitution of soy and rapeseed protein concentrates for fish meal, and their effects on growth and nutrient utilization in gilthead seabream *Sparus aurata* L. *Aquaculture Research,* 31**,** 595-601.

KROGDAHL, Å., LEA, T. B. & OLLI, J. J. 1994. Soybean proteinase inhibitors affect intestinal trypsin activities and amino acid digestibilities in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology,* 107**,** 215-219.

LOVELL, R. 1989. Nutrition and Feeding of Fish Van Mostrand Reinhold. *New York, pp260.*

LUSAS, E. W. & RIAZ, M. N. 1995. Soy protein products: processing and use. *The Journal of nutrition,* 125**,** 573S.

OLLI, J. & KROGDAHL, Å. 1995. Alcohol soluble components of soybeans seem to reduce fat digestibility in fish-meal-based diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Research,* 26**,** 831-835.

OLLI, J., KROGDAHL, Å. & VÅBENØ, A. 1995. Dehulled solvent-extracted soybean meal as a protein source in diets for Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *Aquaculture Research,* 26**,** 167-174.

PLAKAS, S. M., LEE, T.-C., WOLKE, R. E. & MEADE, T. L. 1985. Effect of Maillard browning reaction on protein utilization and plasma amino acid response by rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *The Journal of nutrition,* 115**,** 1589-1599.

PONGMANEERAT, J. & WATANABE, T. 1992. Utilization of soybean meal as protein source in diets for rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkashi,* 58**,** 1983-1990.

REFSTIE, S., FØRDE-SKJÆRVIK, O., ROSENLUND, G. & RØRVIK, K.-A. 2006. Feed intake, growth, and utilisation of macronutrients and amino acids by 1-and 2-year old Atlantic cod (*Gadus morhua*) fed standard or bioprocessed soybean meal. *Aquaculture,* 255**,** 279-291.

REFSTIE, S., STOREBAKKEN, T., BAEVERFJORD, G. & ROEM, A. J. 2001. Long-term protein and lipid growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets with partial replacement of fish meal by soy protein products at medium or high lipid level. *Aquaculture,* 193**,** 91-106.

REIGH, R. C. & ELLIS, S. C. 1992. Effects of dietary soybean and fish-protein ratios on growth and body composition of red drum (*Sciaenops ocellatus*) fed isonitrogenous diets. *Aquaculture,* 104**,** 279-292.

SILVA-CARRILLO, Y., HERNÁNDEZ, C., HARDY, R. W., GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, B. & CASTILLO-VARGASMACHUCA, S. 2012. The effect of substituting fish meal with soybean meal on growth, feed efficiency, body composition and blood chemistry in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Aquaculture,* 364**,** 180-185.

SITJÀ-BOBADILLA, A., PEÑA-LLOPIS, S., GÓMEZ-REQUENI, P., MÉDALE, F., KAUSHIK, S. & PÉREZ-SÁNCHEZ, J. 2005. Effect of fish meal replacement by plant protein sources on non-specific defence mechanisms and oxidative stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture,* 249**,** 387-400.

SONG, Z., LI, H., WANG, J., LI, P., SUN, Y. & ZHANG, L. 2014. Effects of fishmeal replacement with soy protein hydrolysates on growth performance, blood biochemistry,

gastrointestinal digestion and muscle composition of juvenile starry flounder (*Platichthys stellatus*). *Aquaculture,* 426**,** 96-104.

STOREBAKKEN, T. 2000. Soy products as fat and protein sources in fish diets for intensive aquaculture. *Soy in Animal Nutrition***,** 127-170.

TESKEREDŽIĆ, Z., HIGGS, D., DOSANJH, B., MCBRIDE, J., HARDY, R., BEAMES, R., JONES, J., SIMELL, M., VAARA, T. & BRIDGES, R. 1995. Assessment of undephytinized and dephytinized rapeseed protein concentrate as sources of dietary protein for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture,* 131**,** 261-277.

VIELMA, J., KOSKELA, J., RUOHONEN, K., JOKINEN, I. & KETTUNEN, J. 2003. Optimal diet composition for European whitefish (*Coregonus lavaretus*): carbohydrate stress and immune parameter responses. *Aquaculture,* 225**,** 3-16.

VIELMA, J., MÄKINEN, T., EKHOLM, P. & KOSKELA, J. 2000. Influence of dietary soy and phytase levels on performance and body composition of large rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and algal availability of phosphorus load. *Aquaculture,* 183**,** 349-362.

VIOLA, S., MOKADY, S. & ARIELI, Y. 1983. Effects of soybean processing methods on the growth of carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture,* 32**,** 27-38.

VIYAKARN, V., WATANABE, T., AOKI, H., TSUDA, H., SAKAMOTO, H., OKAMOTO, N., ISO, N., SATOH, S. & TAKEUCHI, T. 1992. Use of Soybean Meal as a Substitute for Fish Meal in a Newly Developed Soft-Dry Pellet for Yellowtail. *Nippon Suisan Gakkaishi,* 58**,** 1991-2000.

WANG, Y., KONG, L.-J., LI, C. & BUREAU, D. P. 2006. Effect of replacing fish meal with soybean meal on growth, feed utilization and carcass composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture,* 261**,** 1307-1313.

WILSON, R. P. & HALVER, J. E. 1986. Protein and amino acid requirements of fishes. *Annual Review of Nutrition,* 6**,** 225-244.

YAGHOUBI, M., MOZANZADEH, M. T., MARAMMAZI, J. G., SAFARI, O. & GISBERT, E. 2016. Dietary replacement of fish meal by soy products (soybean meal and isolated soy protein) in silvery-black porgy juveniles (*Sparidentex hasta*). *Aquaculture,* 464**,** 50-59.

YE, J., LIU, X., WANG, Z. & WANG, K. 2011. Effect of partial fish meal replacement by soybean meal on the growth performance and biochemical indices of juvenile Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture international,* 19**,** 143-153.

ZHANG, Y., JI, W., WU, Y., HAN, H., QIN, J. & WANG, Y. 2016. Replacement of dietary fish meal by soybean meal supplemented with crystalline methionine for Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). *Aquaculture research,* 47**,** 243-252.

Soybean meal, an appropriate alternative for fish meal in diet fish: A review

Maryam Azodi [1], Vahid Morshedi [1*]

1. Persian Gulf Institute, Persian Gulf University, Bushehr, Iran

Abstract

Due to the high cost of the fish meal, reducing the levels of it in the fish diet can result in decreasing the cost of food. Among alternative protein sources for fish meal, soybean meal appears to be the most appropriate one because of its supply, price and amino acid profile. On the other hand, plant proteins like soybean meal contain many antinutritional factors (like protease inhibitors, non-digestible carbohydrates, phytase, lectin etc.). These antinutritional factors may affect the digestion or absorption of nutrients. Also, some researchers have attributed the main limitations in the use of soybean meal to the low level of methionine, the presence of anti-nutritional factor and complicated carbohydrates. Soy protein concentrate which typically contains 65-70% crude protein is used to eliminate some of these effects. Studies on various fish species have revealed that the levels of fish meal replacement with soybean meal and growth rate are inversely related. The discrepancy among researchers regarding the use of soybean meal as a protein source for fish may be related to the quality and processing of soybean meal, variation in diet formulation, and differences in fish species, size and culture systems. So it can be concluded that replacing of soybean meal as a protein source in the meal of fish is different and previously should be studied and considered separately.

Keywords: soybean meal, fish meal, growth performance, substitute

[*]**Corresponding Author's Email: v.morshedi@gmail.com**